



UNIVERSIDAD PEDAGOGICA NACIONAL
UNIDAD AJUSCO

MAESTRIA EN DESARROLLO EDUCATIVO

**DISEÑO DE UNA ESTRATEGIA DIDACTICA PARA
PROPICIAR EL CAMBIO CONCEPTUAL SOBRE
ELECTROSTATICA EN ALUMNOS DE SECUNDARIA**

**Que para obtener el grado de Maestra en Desarrollo Educativo
en la línea de Enseñanza de las Ciencias Naturales**

Presenta

SARA PEREDA GARCIA

Director de tesis: Dr. Angel D. López y Mota

México, D. F., Diciembre, 2008

**UNIVERSIDAD PEDAGOGICA NACIONAL
UNIDAD AJUSCO
MAESTRIA EN DESARROLLO EDUCATIVO**

**DISEÑO DE UNA ESTRATEGIA DIDACTICA PARA
PROPICIAR EL CAMBIO CONCEPTUAL SOBRE
ELECTROSTATICA EN ALUMNOS DE SECUNDARIA**

**Que para obtener el grado de Maestra en Desarrollo Educativo
en la línea de Enseñanza de las Ciencias Naturales**

presenta

SARA PEREDA GARCIA

Director de tesis: Dr. Angel D. López y Mota

México, D. F., Diciembre, 2008

GRACIAS...

Gracias Señor, por todo lo que me concediste en esta etapa que ahora termino, por tu presencia en las horas de trabajo y esfuerzo.

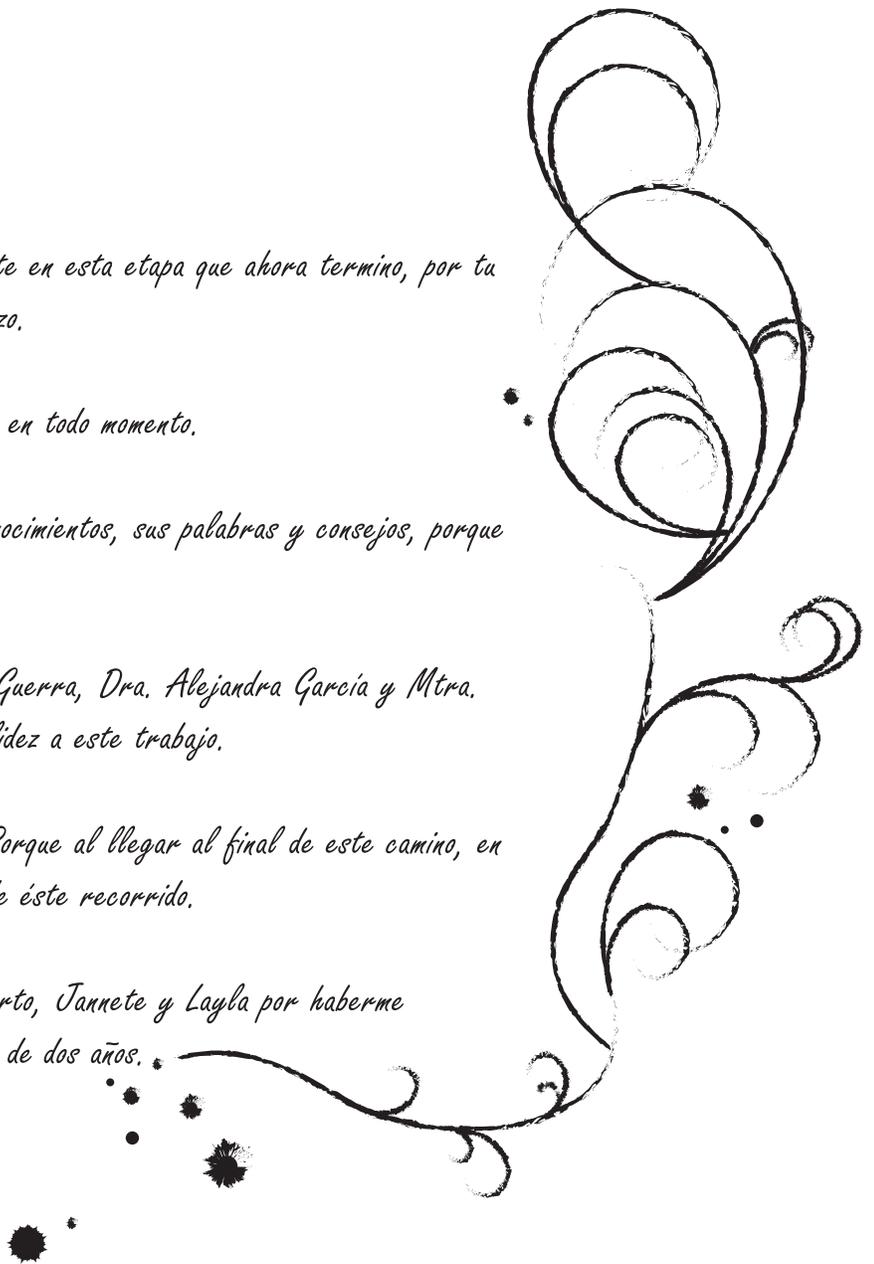
A mi familia, que siempre me anima y apoya en todo momento.

Al Dr. Ángel López, por compartir sus conocimientos, sus palabras y consejos, porque este logro también es de él.

A la Dra. Diana Rodríguez, Dra. Teresa Guerra, Dra. Alejandra García y Mtra. Teresa Martínez que le dieron brillo y solidez a este trabajo.

A mis Maestr@s, por todo lo aprendido. Porque al llegar al final de este camino, en mí han dejado marcadas huellas profundas de éste recorrido.

A mis compañeros, Benjamín, Coral, Humberto, Jannete y Layla por haberme permitido compartir con ellos esta aventura de dos años.



CONTENIDO

Introducción.....	3
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	
1.1 Ideas previas del alumno.....	5
1.2 Aparente incoherencia y permanencia de las ideas previas del alumno.....	8
1.3 Las ideas previas y el tema de Electroestática.....	10
2. JUSTIFICACION	
2.1 Evaluación de la Educación en Ciencias.....	13
2.2 Una alternativa para mejorar la enseñanza y aprendizaje de las ciencia.....	16
2.3 Demanda de la sociedad para aprender ciencias.....	20
2.4 El aprendizaje de las ciencias en educación secundaria.....	21
3. REVISIÓN DE LA LITERATURA.....	22
4. MARCO TEORICO	
4.1 Constructivismo.....	26
4.1.1 Papel del alumno y sus ideas previas en el constructivismo.....	29
4.1.2 Papel del docente desde la perspectiva constructivista.....	31
4.2 Cambio Conceptual.....	32
4.2.1 Propuesta de S. Vosniadou y colaboradores.....	33
4.2.1.1 Conflicto Cognitivo.....	35
4.2.1.2 Uso de analogías.....	36
4.2.1.3 Conocimiento metacognitivo.....	36
4.2.1.4 Motivación.....	37
5. MARCO REFERENCIAL	
5.1 Los Fenómenos Electrostáticos.....	38
5.2 Electricidad y Electroestática.....	39
5.3 Electrones, Protones y las Cargas Eléctricas	43
5.3.1 Carga Eléctrica Positiva y Negativa.....	44
5.3.2 Atracción y Repulsión de Cargas Eléctricas.....	46
5.4 Formas de Electrizar a un cuerpo.....	47
5.5 Descarga eléctrica.....	48

5.6 Un invento basado en la electrostática.....	50
6. MARCO CONTEXTUAL	
6.1 Planes y Programas de Educación Secundaria.....	52
6.2 Implicaciones Didácticas.....	54
6.3 Desafíos enseñanza y aprendizaje.....	55
7. ESTRATEGIA DIDACTICA	
7.1 Criterios para desarrollar la estrategia didáctica.....	57
7.2 Propósito de la estrategia didáctica.....	58
7.3 Estructura de la Estrategia Didáctica.....	58
7.3.1 Fase de Inicio.....	58
7.3.2 Fase de Desarrollo.....	58
7.3.3 Fase de Cierre.....	59
7.4 Aplicación de la Estrategia de Intervención.....	68
8. ANALISIS DE LA INFORMACION Y RESULTADOS	
8.1 Fases de la Estrategia de Intervención.....	70
8.1.1 Fase de Inicio: El Caso de Virginia e Irene.....	70
8.1.2 Fase de Desarrollo.....	71
8.1.3 Fase de Cierre: La fotocopidora, un invento basado en la electrostática.....	74
8.2 Resultados del cuestionario ‘Fenómenos electrostáticos’ antes y después de la aplicación de la estrategia didáctica.....	75
9. CONSIDERACIONES FINALES.....	84
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	87
BIBLIOGRAFIA.....	90
ANEXOS	

INTRODUCCION

A lo largo de mi labor docente en el nivel secundaria, me he encontrado con experiencias que me indican que la forma de enseñanza que he venido realizando y la de otros compañeros, no se logra un aprendizaje efectivo en los alumnos. Es por ello, mi deseo e inquietud de mejorar mi formación profesional al tratar de entender el por qué de este problema y buscar alternativas que promuevan y mejoren la educación en ciencias.

El presente trabajo pretende ser una contribución a la enseñanza y aprendizaje de las ciencias para que el conocimiento en los alumnos no sea memorístico o mínimo, por el sólo hecho de encontrarse el en nivel básico. Se diseñó una estrategia didáctica fundamentada en el constructivismo para la transformación de las ideas previas que poseen los alumnos de segundo grado de secundaria y, así, propiciar un cambio conceptual. Dicho trabajo se circunscribe a los que cursan el segundo año del nivel secundaria en la asignatura de Ciencias II.

Es común entre los compañeros maestros pensar y atribuir las deficiencias de la educación en la forma de aprender de los alumnos, pero no se toma en cuenta cómo se enseña, donde existen bastantes deficiencias para que se logre un aprendizaje esperado. Es preciso mencionar que en este nivel no se trata de incursionar al alumno en el terreno de la ciencia formal, sino conformar una articulación entre conocimiento escolar y conocimiento cotidiano en un ámbito distinto con un enfoque formativo en donde sea posible aproximar los elementos cognitivos hacia mejores explicaciones que existen hasta el momento sobre los fenómenos naturales que ocurren en su entorno.

El presente trabajo consta de nueve capítulos:

En el primero se presenta de manera general por qué la enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales es un problema. Y desde la perspectiva del constructivismo se pretende explicar la situación en la que los sujetos se encuentran frente a los fenómenos naturales de su entorno.

En el segundo capítulo se muestra por qué es importante darle solución a este problema y las evidencias de que la educación en ciencias en México ha sido de bajo nivel en comparación con otros países. Para ello, se da una alternativa para mejorar esta educación en ciencias: el cambio conceptual -como una opción para el logro de

aprendizajes constructivistas-. También se menciona la necesidad de mejorar la educación científica en educación secundaria, nivel en el cuál se desarrolla este trabajo.

En el tercer capítulo se resumen los hallazgos encontrados en la literatura que dan cuenta del estado de investigación sobre el problema que se enuncia en este trabajo.

En el capítulo cuarto se presenta al constructivismo como un enfoque que atiende la necesidad de cambiar la enseñanza de las ciencias en los salones de clase como una vía para mejorar el aprendizaje en los alumnos. También se plantean algunos elementos del cambio conceptual: la postura que se adopta en este trabajo para el diseño de la estrategia didáctica.

En el quinto capítulo se muestra un panorama general de los fenómenos electrostáticos, desde una visión constructivista, un tema que aborda el programa de secundaria (Ciencias II, énfasis en Física). De tal manera que se pretenden abarcar a nivel macroscópico y microscópico dichos fenómenos.

En el capítulo seis se hace referencia a los programas de estudio de educación secundaria y se plantean los temas y subtemas que este trabajo aborda para el diseño de la estrategia. También las implicaciones que tiene el diseñar, aplicar y evaluar una estrategia didáctica en el tema de electrostática.

En el capítulo siete se da cuenta de los criterios que sirvieron para realizar el diseño de la estrategia didáctica, así como la planeación para conformar dicha estrategia, de tal forma que el sustento teórico apoye la atención del problema de enseñanza de los fenómenos electrostáticos en alumnos de secundaria. Se definen los instrumentos de investigación y las categorías que permitirán analizar los resultados.

En el capítulo ocho se presentan los resultados obtenidos antes y después de la aplicación de la estrategia didáctica. Se hace un análisis sobre la forma en que los alumnos comprenden el tema y sobre la promoción del aprendizaje a través de la transformación de sus ideas.

Finalmente en el capítulo nueve, a manera de conclusión, se presentan las consideraciones finales que pretenden hacer una revisión del camino recorrido para dar cuenta de hechos relevantes, en errores y aciertos de este trabajo que puedan aportar mejoras a la educación en ciencias.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Ideas previas del alumno

La mayoría de la gente, especialmente los alumnos de secundaria piensan que aprender ciencias es difícil y, honestamente, se podría pensar que tienen algo de razón. Sin embargo, lo que los especialistas en educación en ciencias se han cuestionado, son las causas por las que los alumnos enfrentan dicha dificultad. En ocasiones, muchos de nuestros alumnos llegan a pensar: *‘yo no soy bueno para la física’*. Algunos de ellos tienen experiencias desagradables, como por ejemplo, tomar un curso muy aburrido, algún maestro o maestra rígida e intolerante, entre otros.

Los que se han dedicado a la investigación en educación en ciencias, especialmente en las últimas décadas, se han enfocado no al cómo se enseña ciencias en la escuela, sino a cómo aprenden los sujetos. Para ello, se fundamentan en que los alumnos aprenden construyendo su propio conocimiento (Bello, 2004; p. 210; Rodríguez y Aparicio, 2004; p. 270). Por ejemplo, cuando el alumno intenta comprender lo que le dice el profesor o cuando lee una revista o libro, cada uno genera su propia interpretación, usa esta información y le da sentido con base en lo que ya sabe; es decir, hace uso de sus ideas previas, aún frente a la observación de un fenómeno estudiado por la ciencia.

En la experiencia docente en educación secundaria, los profesores nos percatamos que los alumnos poseen ideas acerca de los fenómenos que ocurren en su vida cotidiana por lo que también van interpretando aquellos fenómenos que se les presentan. De esta manera, “muchos niños llegan a sus clases de ciencias con ideas e interpretaciones de los fenómenos que estudian aunque no hayan recibido ninguna enseñanza sistemática al respecto”. (Driver, Guesne y Tiberghien, 1996; p.20). Así mismo, cada alumno realiza su propia interpretación del fenómeno, le otorga una respuesta personal del por qué sucede ese fenómeno. “Estas ‘ideas’ personales influyen sobre la manera de adquirir la información” (Driver, Guesne y Tiberghien, 1996; p. 21). Podría decirse que cada sujeto forma su propia física, química o biología, aunque pase la vida en las mismas aulas y en la misma escuela, como lo argumentan Driver, Guesne y Tiberghien (1996): “La misma experiencia facilitada a los estudiantes en las clases de ciencias puede ser asimilada de manera muy distinta por cada sujeto” (p. 25).

Y aunque estas ideas previas e interpretaciones se formen de forma personal, es el caso de que los sujetos presentan ideas previas e interpretaciones semejantes, como lo menciona Driver, Guesne y Tiberghien (1996): “en la historia de la ciencia ha ocurrido en diversas ocasiones que científicos distintos han desarrollado y utilizado independientemente la misma estructura teórica” (p. 21-22). De hecho, algunas de las ideas de los alumnos pueden ser semejantes a las ideas e interpretaciones, presentes en algún momento de la historia de la ciencia. (Driver, Guesne y Tiberghien, 1996; p. 299). Sin embargo, podemos encontrar algunos inconvenientes si tomáramos un paralelismo entre la historia de la ciencia y las ideas de los alumnos, así lo menciona Driver, Guesne y Tiberghien, (1996; p. 299): “a menudo sólo aparecen algunas características comunes entre la idea empleada por los alumnos y su contrapartida histórica” y “cuando las ideas en cuestión fueron manejadas por los científicos del pasado, formaban parte de sistemas conceptuales coherentes, mientras que las ideas utilizadas por los niños suelen serlo mucho menos. (Driver, Guesne y Tiberghien, 1996; p. 299)

Las ideas previas que cada sujeto tiene sobre el comportamiento del mundo, le son muy útiles para predecir y controlar muchos sucesos, y para adaptarse a ellos. También le permiten darle sentido a sus experiencias y por lo tanto, a resolver problemas como cuando el profesor le hace una pregunta sobre algo en lo que nunca había pensado; muchas de las repuestas que podría dar es porque las ha vivido o escuchado, por lo que utiliza concepciones previas para enfrentar una situación nueva que le parecería similar a experiencias ya vividas y conceptualizadas. El sujeto recurre a estas ideas previas constantemente para explicar lo que pasa a su alrededor y hasta para resolver un examen de alguna asignatura científica.

Las ideas previas tienen diversos orígenes. Muchas de ellas surgen de manera espontánea a lo largo de la vida, en un intento del sujeto por entender los fenómenos que ocurren en sus actividades cotidianas. Por ejemplo, si hace calor, nos quitamos ciertas prendas de ropa y lo justificamos diciendo o pensando que la ropa *‘da calor’*, o si hace frío cierra las puertas y ventanas, para que *‘no se escape el calor’*. Así, a través de experiencias como éstas se van construyendo las propias ideas de lo que es el calor, lo que será utilizado para explicar otros fenómenos parecidos. Otra fuente de donde podrían originarse las ideas previas de un sujeto, es el medio social y la cultura en que se desarrolla; mediante la

interacción con otras personas y con la información recibida a través de los medios de comunicación, él construye ideas sobre cómo funciona el mundo. Muchas ideas pueden construirse a través de la interacción con la televisión y el cine, donde la fuerte influencia de películas como *'la guerra de las galaxias'* acerca de lo que *'sucede'* en el espacio exterior es evidente. Otro lugar en el que construimos nuestras ideas previas es la escuela, es por medio de la interrelación con los compañeros de clase o los profesores.

Como docentes, no debemos quedarnos con la idea de que los alumnos *'llegan en blanco'* a las aulas, o hacerlos sentir que *'no saben nada'* de los fenómenos físicos, químicos o biológicos, o que tal vez, no aprendieron o no les enseñaron nada en el nivel previo a la secundaria. Más bien debiéramos tomar en cuenta lo que mencionan Driver, Guesne y Tiberghien (1996; p. 23): “Las mentes de los niños no son tablas rasas capaces de recibir la enseñanza de modo neutral; por el contrario, se acercan a las experiencias de las clases de ciencias con nociones previamente adquiridas”. Conforme va creciendo el alumno, su contacto con la realidad lo acerca a *'experimentar'* con lo que está a su alrededor, basándose principalmente en sus sentidos, por lo tanto “el niño, aun cuando es muy pequeño, tiene ideas sobre las cosas, y esas ideas desempeñan un papel propio en las experiencias de aprendizaje” (Driver, Guesne y Tiberghien, 1996; p. 23).

Todos tenemos ideas previas sobre los fenómenos científicos y están presentes aunque no nos demos cuenta; sobre todo, porque el alumno puede darle una explicación posible a estos fenómenos, aunque no pueda expresarla con las palabras adecuadas para la ciencia. Así, las ideas previas son definidas como las “construcciones que los sujetos elaboran para dar respuesta a su necesidad de interpretar fenómenos naturales o conceptos científicos, y brindar explicaciones, descripciones o predicciones” (Bello, 2004; p. 210). Y es que los alumnos piensan diferente que los adultos (Zambrano, 1998), es decir, éstas ideas no coinciden con las que el profesor desearía que sus alumnos tuvieran en su clase.

Es por ello que el docente necesita conocer las ideas previas de los estudiantes, ya que como lo menciona Oliva (1999, p. 94): “cada vez cobra mayor fuerza la idea de otorgar al conocimiento intuitivo una naturaleza interna y potencial, en la cual las concepciones que se detectan no son sino sólo la punta del iceberg que asoma por encima de la superficie del agua”. Me parece alarmante que los profesores nos encontremos convencidos de que los alumnos pudieran poseer sólo una idea previa de algún concepto científico, y no es así. El

alumno puede interpretar de varias maneras algún fenómeno, “un mismo alumno pudiera compartir diversos esquemas alternativos sobre un mismo tópico que rivalizan y compiten entre sí” (Oliva, 1999; p. 95).

Los especialistas en educación en ciencias suponen que, “si fuéramos capaces de conocer en toda su extensión cuál es la estructura cognitiva de un sujeto, podríamos predecir cuál sería la concepción que mantendría en un contexto y situación determinada” (Oliva, 1999; p. 96). Esto es el ideal para el profesor de ciencias; lo que comúnmente ocurre es que los profesores no conocemos lo que están pensando los alumnos al observar algún fenómeno o conocer lo que ellos ya saben acerca del mismo, por ello muchos de nosotros damos por hecho que el alumno viene ‘*en blanco*’ y que somos nosotros los que ‘*le vamos a proporcionar un conocimiento nuevo que él simplemente aprenderá*’.

1.2 Aparente incoherencia y permanencia de las ideas previas del alumno.

Aunque las ideas previas que se van construyendo de manera intuitiva por el sujeto, le son útiles para resolver problemas o preguntas, ó realizar posibles explicaciones de los hechos de la vida cotidiana, muchas veces no coinciden con las teorías científicas desarrolladas para explicar los mismos fenómenos. Así lo mencionan Driver, Guesne y Tiberghien (1996; p. 22): “¿Qué profesor no ha quedado sorprendido por las distintas y a veces contradictorias interpretaciones de fenómenos propuestas por alumnos en clase?”. Desde la perspectiva del profesor puede tratarse de ideas erróneas o equivocadas “estas puedan parecer incoherentes, al menos desde el punto de vista del profesor”. (Driver, Guesne y Tiberghien, 1996; p. 20)

El problema que el profesor de ciencias encuentra en la enseñanza de las mismas para lograr los aprendizajes requeridos, además de que los alumnos interpretan los fenómenos, se encuentra también con que los alumnos se aferran a sus ideas previas y no resulta nada fácil transformarlas: “Se comprueba que a menudo persisten (las ideas previas) aunque no concuerden con los resultados experimentales o con la explicación del docente”. (Driver, Guesne y Tiberghien, 1996; p. 21). Es más, “después de enseñada la cuestión, los estudiantes no modifican sus ideas a pesar de los intentos del profesor para combatir las”. (Driver, Guesne y Tiberghien, 1996; p. 22). Las ideas previas de los alumnos están tan arraigadas, que no es sencillo que alguien los convenza de algo distinto.

Así, el docente de ciencias se enfrenta no sólo a que los alumnos poseen ideas previas acerca de los conocimientos científicos, sino que “en algunos casos, éstas sobreviven a largos años de instrucción científica” (Bello, 2004; p. 210).

Por lo tanto, la mayor dificultad para aprender ciencias, más allá de la complejidad que pudieran presentar en las asignaturas, las fórmulas, nombres y símbolos extraños para el alumno de secundaria y que le crean un cierto temor y rechazo, es la resistencia que las sus ideas oponen a ser transformadas. Para un alumno, el intentar aprender ciencias de manera reflexiva y razonada, no sólo como un disco rayado o de manera memorística, implica el reto de aceptar que puede estar equivocado. Así lo menciona Bello (2004, p. 211): “si los estudiantes encuentran información que contradiga sus esquemas representacionales es difícil para ellos aceptarla, porque les parece errónea. En estas condiciones actúan de diversas maneras: la ignoran, la rechazan, no creen en ella, la reinterpretan a la luz de sus propios esquemas representacionales, o bien, llegan a aceptarla haciendo sólo pequeños cambios en sus concepciones”. Muchas veces las ideas erróneas de los estudiantes también se encuentran reflejadas en los libros de texto, Internet o en alguna otra fuente y por lo tanto se refuerzan aún más. Así, lo visto en clase por el profesor puede parecerles “ideas extrañas” y no aceptan del todo lo que se le presente y mucho menos transforma sus ideas previas.

El cambio de la forma de pensar del alumno se alcanza cuando al enfrentarlos a un problema desconocido, ya no recurren a sus ideas previas si no al conocimiento científico adquirido en un contexto particular; como lo mencionan Driver, Guesne y Tiberghien (1996; p. 26): “Al aprender ciencias, un alumno puede darse cuenta de que un hecho se opone a sus expectativas, de que no se ajuste a sus esquemas”.

Otras razones por las cuales los alumnos presentan resistencia al cambio, nos las explica Cubero (1994). Una de ellas es el utilizar determinadas estrategias y procesos cognitivos que contribuyan a la perseverancia de los marcos conceptuales, esto es, que los alumnos no reconozcan que sus ideas son diferentes a las del profesor o hasta equívocas para la ciencia escolar, y por lo tanto no las cuestionan. Otra razón, señala Cubero (1994) es que la sociedad ha contribuido a la persistencia de algunas ideas de los alumnos, sobre todo fomentando una epistemología del sentido común y el lenguaje que el alumno maneja. Un ejemplo muy claro lo vemos cuando ya estamos acostumbrados a igualar los conceptos de

masa y peso, éstos conceptos se van transmitiendo a las generaciones futuras y el niño va creciendo con la idea de que son sinónimos; también el alumno está acostumbrado a no escuchar en su lenguaje tecnicismos científicos y, al encontrarse en la escuela, comienza a encontrarse con un lenguaje hasta cierto punto desconocido para él. Y por último, Cubero (1994) menciona que la preparación del profesor no es la adecuada para la modificación de las ideas previas del alumno, ya que las concepciones del profesor tampoco se acercan del todo a las concepciones científicas y, pienso yo, que tampoco es conciente de ello y por lo tanto no utiliza las estrategias adecuadas para que se dé la transformación de las ideas previas en el alumno.

Con lo señalado anteriormente, Furió y Guisasola, (1999; p. 441) señalan que esto “es un problema que preocupa cada vez más al profesorado en ciencias, debido a que se exige no sólo la mera repetición de la teoría impartida en clase sino la aplicación creativa de dichos conocimientos”. Por ello, el docente debe tomar las ideas previas en cuenta al planificar sus clases. Pienso que en el aprendizaje de las ciencias se ganaría mucho si el alumno fuera conciente de la distancia que hay entre sus ideas y el conocimiento científico que se le presenta en el salón de clases; pero no es así. Para los que somos profesores de ciencias, esta tarea no es fácil de llevar a cabo, y podría decirse un tanto compleja, aunque tampoco imposible.

1.3 Las ideas previas y el tema de Electroestática

Como lo mencioné anteriormente, el alumno desde antes del proceso de escolarización posee y va formando sus ideas previas que corresponden a la forma como interpreta los fenómenos que suceden a su alrededor y los que en la escuela se les van presentando. Pero estas ideas “están guiadas por la percepción y tienden [los alumnos] a ignorar lo que no es directamente observable” (Prieto y Blanco, 1997; p. 38), es decir, sólo lo que puedan comprobar por medio de sus sentidos; sólo esto es válido para ellos. Así, en el estudio de los fenómenos electrostáticos no pueden ‘ver’ lo que sucede a nivel microscópico por lo que recaen en observar algún cambio a nivel macroscópico, lo cual afecta la construcción de este concepto.

Muchos de los profesores que imparten Física en secundaria pueden dar cuenta de lo complicado que podría ser para los alumnos el aprendizaje del electromagnetismo. Así lo

muestran las investigaciones que se han realizado en el campo de las ciencias experimentales (Guisasola y Furió, 1994). Estos autores nos señalan tres factores en los que consideran las principales dificultades para el aprendizaje de los fenómenos electrostáticos:

El primero de ellos es la no consideración de las ideas previas de los estudiantes. En este primer aspecto se menciona, que en investigaciones realizadas se ha encontrado que los estudiantes utilizan en contextos científicos un lenguaje coloquial, que pueden darle una interpretación muy variada. Y que al utilizar palabras como carga, potencial eléctrico y campo eléctrico, palabras que se encuentran en un contexto científico, les parecen desconocidas y raras y, por lo tanto, menos negociables para que se dé el cambio de sus ideas previas.

El segundo factor es la no consideración de la evolución histórica de la disciplina, así como las principales contradicciones que se produjeron en su desarrollo. Guisasola y Furió (1994, p.104), nos hacen ver que “la historia de la ciencia nos puede ayudar a conocer las principales dificultades que hubo que superar para llegar a las teorías actuales”. Ellos aclaran que no hay que pretender hacer un paralelismo entre las concepciones erróneas presentadas a lo largo de la historia de la ciencia y las ideas previas que en su mayoría presentan los alumnos, ya que ambas fueron producidas en contextos y situaciones completamente diferentes. Estos investigadores dan cuenta de que, “las concepciones de los estudiantes tienen algunas características parecidas a los modelos mecanicistas que proponían los científicos de mediados y finales del siglo XVIII, como B. Franklin y W. Watson” (Guisasola y Furió, 1994; p.111).

Y por último, está la diferencia entre la experiencia vital de los alumnos y los conceptos básicos de la disciplina, muy alejados de su experiencia cotidiana. Se trata de “un análisis ‘superficial’ de las experiencias sensoriales relativas a la electrostática (frotamiento de un bolígrafo y atracción de papelitos, electrización de la carrocería de un coche al desplazarse o de la pantalla de una televisión)” (Furió y Guisásola, 1998; p. 131). Los alumnos han presenciado estos fenómenos en su vida cotidiana, los cuales son interpretados de acuerdo con la experiencia de los sujetos, generando una posible explicación de ellos y formando su verdad en la forma de ideas previas. Los alumnos, en este caso, ya saben en

qué momentos suceden dichos fenómenos y por lo tanto los interpretan o pretenden predecir en qué momentos podrían suceder.

Las ideas que generalmente tienen los alumnos acerca de este tipo de fenómenos físicos “tendrán más componentes ‘mágicos’ y de no aceptación de la naturaleza eléctrica de la materia, que de componentes coherentes con el marco teórico de la teoría electromagnética” (Guisasola y Furió, 1994; p.104). Como ya mencioné anteriormente, las investigaciones realizadas, muestran que las ideas previas permanecen o pueden sufrir pocas variaciones.

La comprensión de los fenómenos electrostáticos, por la instrucción recibida en la escuela no parece influir de forma significativa en el alumno; esto representa un problema importante para él, ya que dentro del programa de educación secundaria, se muestra que después de tratar este tema se continúa con temas relacionados con corriente eléctrica y magnetismo. Así lo reiteran Furió y Guisasola (1999, p. 442): “una clara comprensión de los conceptos introducidos en electrostática es esencial si uno quiere adquirir una visión científica de los fenómenos electromagnéticos”.

De esta manera, y de acuerdo con los resultados que se obtuvieron en estas investigaciones, este trabajo pretende reducir la presencia de concepciones erróneas de los estudiantes que le impiden tener una interpretación correcta de los fenómenos electrostáticos.

2. JUSTIFICACION

2.1 Evaluación de la Educación en Ciencias

En los últimos años los especialistas en ciencias han diseñado algunas evaluaciones para conocer la calidad educativa, principalmente en el nivel básico (aplicado a jóvenes que cuentan con alrededor de los 15 años de edad y que están por finalizar la educación básica). A partir del 2000, se crea una evaluación desde un enfoque para realizar una comparación del conocimiento científico del alumno o la simple memorización de los conceptos; y conocer si es adecuada la didáctica para conseguir los objetivos de resolución de problemas que se presentan en la vida cotidiana del alumno. Esta evaluación es creada por la OCDE/UNESCO, en la que se evalúa cada tres años el área de ciencia, también la lectura y matemáticas; es un Proyecto Internacional para la Producción de Indicadores de Rendimiento de los Alumnos, denominado PISA (por sus siglas en inglés que significa Programme for Indicators of Student Achievement).

Los resultados obtenidos proporcionan a los responsables de la educación, en este caso a los de ciencias, “datos que les pueden servir como base para la reflexión sobre la eficacia y la eficiencia de sus sistemas educativos y que permiten comparar el grado en que los sistemas de educación de los diversos países sirven a sus estudiantes” (ISEI-IVEI, 2005). Para el programa PISA la educación científica es clave en la educación integral del alumno ya que si éste se inclina por continuar una formación científica o no, esta educación es básica porque se relaciona con “la capacidad para emplear el conocimiento científico para identificar preguntas y obtener conclusiones basadas en pruebas, con el fin de comprender y poder tomar decisiones sobre el mundo natural y sobre los cambios que la actividad humana produce en él” (ISEI-IVEI, 2005). Y es que en muchos de nuestros alumnos hemos visto que pueden “conocer” bien los aspectos de la materia, sin embargo no logran aplicarlos para resolver problemas.

Las características de las preguntas que se le presentan al alumno son generalmente con tablas o gráficos, otras con dibujos y otras más se describe un proceso de experimentación; pueden ser preguntas de respuesta abierta, cerrada o elección múltiple. A cada pregunta se le asigna una puntuación según sea su dificultad, por lo tanto le corresponde un nivel de competencia. Para darnos cuenta de la naturaleza de estas

preguntas, retomo un ejemplo de González (2006, p.28) utilizados en la evaluación PISA 2003:

Se aconseja a los conductores que dejen más espacio entre su vehículo y el de delante cuando viajan a mayor velocidad que cuando viajan a menor velocidad, porque los coches que van más rápido necesitan más tiempo para frenar.

Explica por qué un coche que va más rápido necesita más distancia para detenerse que un coche que va más lento.

Razones: _____

Aquí se trata de una pregunta de respuesta abierta: el contexto de vida o situación es comunitaria, y la pregunta solicita al alumno que explique el fenómeno de la detención de un coche. Por tanto el proceso que mide es el de describir, explicar y predecir fenómenos científicos (González, 2006; p. 28). González (2006) menciona que “para responder esta pregunta el alumno utilizará conceptos de dinámica y cinética estudiados en clase como pueden ser: inercia, aceleración, energía cinética, fuerza, tiempo de reacción humana”.

A continuación se muestra un cuadro comparativo para conocer el lugar en el que nuestro país se encuentra en educación en competencia científica, de acuerdo a los resultados obtenidos en las pruebas de 2000, 2003 y 2006:

Puntos logrados. Alumnos de 15 años.

	Informe		
	2000	2003	2006
Finlandia	538	548	563
Canadá	529	519	534
Japón	500	548	531
Nueva Zelanda	528	521	530
Australia	528	525	527
Países Bajos	Sd	524	525
Corea	552	538	522
Alemania	487	502	516
República Checa	511	523	513
Suiza	496	513	512
Austria	519	491	511
Bélgica	498	509	510
Irlanda	513	505	508
Hungría	496	503	504
Suecia	512	506	503
M E D I A	502	500	500
Polonia	483	498	498
Dinamarca	481	475	496
Francia	500	511	495
Islandia	496	495	491
Estados Unidos	499	491	489
Eslovaquia	Sd	495	488
España	491	487	488
Noruega	500	484	487
Luxemburgo	443	483	486
Italia	478	486	475
Portugal	459	468	474
Grecia	461	481	473
Turquía	sd	434	424
México	422	405	410

Sd: sin datos

Fuente: OCDE

Tabla 1. Tomado de http://www.stecyl.es/prensa/041207_ag_informe_PISA_2003.htm y Pisa 2006. Programa para la evaluación internacional de alumnos de la OCDE.

Como lo muestra la tabla 1, la evaluación global de las competencias científicas distingue seis niveles de desempeño (DGEMS/SEMSS/SEGEM, 2007); nuestro país se encuentra cercano al nivel 2, en el cual los estudiantes extraen resultados adecuados pero sustentados en apreciaciones e investigaciones simples. Razonan de manera directa a estímulos de problemas claramente estructurados.

Los resultados nos permiten ubicarnos en relación con otros países; podemos observar no han sido satisfactorios y ubican a México en segmentos de desempeño por debajo de la media. Esto es relevante si consideramos que los alumnos de los otros países son los futuros competidores de los nuestros. Por lo tanto, si queremos mejorar la educación científica, son urgentes cambios profundos en cuanto al proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias. Así lo mencionan Juárez, Juárez, Martínez y Juárez (2004): “La educación científica que se imparte en nuestro país en todos sus niveles atraviesa por una pronunciada crisis. Aunque las causas de ésta son diversas, consideramos que el no incorporar en los programas de estudio los últimos desarrollos científicos y las nuevas propuestas psicopedagógicas sobre la enseñanza y el aprendizaje de la ciencia contribuye de manera definitiva a mantener dicho estado”. (p. 45).

2.2 Una alternativa para mejorar la enseñanza y aprendizaje de las ciencias

Actualmente nos encontramos en una época de cambios rápidos y drásticos en cuanto a la ciencia y es cierto que los profesores y alumnos nos encontramos sumamente lejanos en la forma de enseñanza y aprendizaje que tuvimos los docentes en nuestra etapa escolar y los que en la actualidad tienen los alumnos. “Esta situación exigirá de cada individuo no solamente que tengan una instrucción general amplia, sino que además posea destrezas de comunicación, adaptación y un compromiso para el aprendizaje continuo” (Justi, 2006; p. 174). Ante este reto educativo nos preguntamos ¿Cuál será el tipo de enseñanza adecuado o el enfoque a utilizar para formar a los alumnos ante este futuro?

Los enfoques tradicionales que tienen por objetivo el sólo transmitir a los alumnos los conocimientos, como si se tratara de llenar jarras vacías, han sido utilizados por muchos profesores, pero de acuerdo a las investigaciones de los especialistas, este enfoque ya no se debe considerar válido (Campanario y Moya, 1999; Campanario, 2002; Justi, 2006). Porque, como lo menciona Campanario (2002): “una enseñanza por transmisión que no tiene en cuenta las ideas alternativas de los alumnos no logra cambiarlas y, con frecuencia, ni siquiera lo consigue una instrucción que tenga como objetivo explícito modificarlas y sustituirlas por concepciones científicas adecuadas”. Porque finalmente, como se abordará en posteriores apartados, la sustitución como tal de las ideas previas es tomar una postura radical ante este problema, más bien sería acercarlas lo mejor posible a la ciencia escolar.

Además, no se ha conseguido lograr una educación en ciencias de calidad, como lo señalé en el apartado 2.1, donde se evidencia que el nivel educativo mexicano está muy por debajo de la media. Justi (2006; p. 174) nos indica algunas de las causas por las cuales los alumnos muestran desinterés por las ciencias y bajo nivel de aprendizaje:

- Presentación de las ciencias tanto en la escuela como en los medios de comunicación como un área difícil y resultante de la aplicación de poderosos métodos objetivos y fidedignos.
- Presentación de la ciencia por parte de profesores y autores de libros de texto de una forma que no hace que los alumnos le den sentido, o bien como una memorización de hechos, fórmulas, etc.

Como podemos observar, una puede ser consecuencia de la otra o estar íntimamente relacionadas, y no bastaría con remediar alguna de ellas porque mientras no enseñemos a nuestros alumnos cuál es el sentido de aprender o modificar la manera en que podemos propiciar su aprendizaje, la situación continuará igual. Así, en las últimas décadas, la preocupación de los especialistas de educación en ciencias ha generado numerosas investigaciones donde se manifiesta la importancia de tener en cuenta las ideas previas de los alumnos: “tanto investigadores como profesores comenzaron a darse cuenta de que es preciso considerar las ideas que los alumnos traen al aula (tanto si han sido elaboradas en situaciones cotidianas como si lo han sido durante los años de escolarización anterior)” (Justi, 2006; p. 174).

Como ya se mencionó anteriormente, actualmente se reconoce que las ideas previas de los alumnos son uno de los puntos clave que debemos tener en cuenta como “una condición necesaria, aunque no suficiente, para conseguir un aprendizaje significativo de las ciencias” (Campanario y Moya, 1999; Campanario, 2002; Justi, 2006). Por lo tanto, ante la existencia y evidente persistencia de estas ideas previas en los alumnos, se propone una alternativa a los enfoques tradicionales: el cambio conceptual, que toma como punto de partida a la posición constructivista (Campanario y Moya, 1999; Campanario, 2002). Es constructivista porque la tarea fundamental para la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias es resolver el problema de cómo se interrelacionan las ideas previas del alumno y los conceptos científicos (Zambrano, 1998). Desde el punto de vista epistemológico, menciona Zambrano (1998, p. 99), “significa cómo el alumno construye su propio

conocimiento de la disciplina a partir de sus concepciones y las del maestro. Pedagógicamente significa las actividades y estrategias que el maestro crea para posibilitar el encuentro racional entre las ideas de los alumnos y sus ideas en el aula de clases.

Por lo que este enfoque, “está influenciado por suposiciones y teorías acerca de cómo se aprende” (Campanario y Moya, 1999; p. 180), así pues, puede considerarse como una propuesta acerca de cómo debe orientarse la enseñanza y aumentar nuestra comprensión acerca de los procesos de aprendizaje.

Como lo menciona Campanario (2002), el constructivismo es el punto de partida del cambio conceptual, porque “puede iluminar la comprensión del maestro sobre el aprendizaje de los conceptos de las ciencias en la escuela”, principalmente se fundamenta, señala Zambrano (1998, p. 96), en que “tanto los científicos como los alumnos están envueltos en la misma clase de actividad: solucionar problemas usando ciertos conceptos previos para transformar su conocimiento actual; y en que ambos procesos tienen una meta idéntica, adquirir conocimiento objetivo. En ambos casos la objetivación del conocimiento requiere una ruptura con el conocimiento común”. De esta manera, Zambrano (1998) hace una comparación entre el alumno (transformando sus ideas previas) y el científico (progresando en las teorías), ya que finalmente tratan de entender y explicar la realidad para adquirir conocimientos.

El cambio conceptual, consiste en esencia, en tratar de transformar las ideas previas de los alumnos y acercarlas lo mejor posible a las ideas y conceptos aceptados por la ciencia escolar o la *‘ciencia correcta’* (Driver, 1988; Bello, 2004; Campanario y Moya, 1999).

El cambio conceptual es utilizado, refiere Campanario (2002), “por algunos enfoques alternativos y pone énfasis en la construcción del conocimiento científico por los alumnos. Estas orientaciones ofrecen unos puntos de vista complementarios que pueden ser de mucha utilidad para fomentar el aprendizaje de las ciencias, fundamentalmente en lo que se refiere a la elección de las estrategias docentes y a los principios que deben regir la interacción del profesor con sus pupilos”. También Smith, Blakeslee y Anderson (1993, p. 114) dan cuenta de la utilidad que puede tener el cambio conceptual como estrategia para mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias: “el cambio conceptual refleja un estilo de enseñanza y aprendizaje en el cual, tanto los alumnos como profesores,

están implicados activamente; y en el que los profesores animan a los alumnos a expresar sus ideas rigurosamente y, a su vez, modifican sus explicaciones, dependiendo de los puntos de vista de sus alumnos”.

En la literatura existen numerosos ejemplos de aplicación de los principios del cambio conceptual a temas y contenidos específicos. Sin embargo, estos trabajos publicados muestran cierto grado de efectividad, sin que los resultados sean espectaculares (Campanario, 2002). Aún así se ha retomado al cambio conceptual como una de las mejores alternativas de los últimos años para mejorar hasta cierto punto la enseñanza y aprendizaje de las ciencias, ya que como hemos visto, no es algo tan fácil ‘eliminar’ unas ideas y ‘sustituirlas’ por otras. Como lo menciona Oliva (1999; p. 99): “podemos decir que el cambio conceptual, más que como un proceso súbito y radical, queda mejor explicado como un debilitamiento del *estatus* de las concepciones previas y en un fortalecimiento simultáneo del *estatus* de las nuevas”.

Si bien el cambio conceptual no debe tomarse como una “receta” para que los profesores puedan enseñar con gran éxito un determinado tema, sí debiera servir para “orientar a estos mismos acerca de aquellos aspectos en los que deben centrar su atención durante el proceso de enseñanza” (Justi, 2006). Es muy posible que en un futuro la didáctica de las ciencias pueda descubrir otros modelos de aprendizaje más apropiados y más efectivos que el cambio conceptual y, como lo señala Oliva (1999): “esperar que ello arroje luz sobre las estrategias de enseñanza más convenientes para hacer que las ideas de los alumnos evolucionen de un modo eficiente” (p. 104). Por lo pronto debemos lograr hacer, con ayuda de las estrategias que los investigadores nos han ofrecido, que el alumno transforme sus concepciones, y así podremos esperar hasta cierto punto, éxito en nuestra labor de enseñar ciencias.

Más adelante se muestra la revisión que se hizo de la literatura acerca de este tipo de estrategias, y del tema que concierne a este trabajo. Se encontró que son escasas y es por ello que la aportación de esta tesis será por no existir alguna estrategia sobre el tema de fenómenos electrostáticos a nivel secundaria, de esto tratará el capítulo 3.

2.3 Demanda de la sociedad para aprender ciencias

Otro aspecto por el que se debiera realizar la transformación de las ideas previas de los estudiantes en el aula, es porque nuestra misma sociedad y los cambios acelerados, de la ciencia y la tecnología, requieren de ciudadanos formados para actuar en un entorno social muy influido por los avances científicos y tecnológicos (Prieto y Blanco, 1997; p. 17). Para satisfacer las necesidades educativas de los educandos y resulta necesario incursionar en las transformaciones conceptuales de los estudiantes, así lo mencionan Rodríguez y Aparicio (2004, p. 279): “es necesario enseñar unas ciencias conceptuales para promover el cambio conceptual con el fin de que los alumnos adquieran explicaciones científicas que les permitan interpretar mejor el mundo”. Además, una sociedad no puede permanecer rezagada en este aspecto porque se le considera insuficiente económica, social y culturalmente. Esto es lo que Prieto y Blanco (1997, p.17) denominan como “alfabetización desde el punto de vista científico”.

Furió, Vilches, Guisasola y Romo (2001) nos proponen cuáles serían las razones por las que un alumno de secundaria obligatoria debieran aprender ciencias y a continuación se enlistan algunas de ellas:

- Dichas disciplinas tienen el fin de garantizar a todos los ciudadanos los conocimientos científicos y técnicos necesarios para que las personas puedan comprender un mundo más tecnificado.
- Porque las ciencias han contribuido sobremedida a conocer mejor el origen de la vida y su preservación.
- La contribución de la física y de la química a lo largo de la historia en la comprensión del mundo, en el cambio de las ideas en la modificación del medio, en el progreso de la humanidad, confiere a las ciencias y a su enorme desarrollo y aplicaciones un papel importante en la cultura de nuestro tiempo y su estudio ayudará a entender mejor el universo que nos rodea.
- La alfabetización científica será necesaria para contribuir a formar ciudadanos y en su caso futuros científicos que sepan desenvolverse en un mundo como el actual y que conozcan el importante papel que la ciencia desempeña en sus vidas personales y profesionales y en nuestras sociedades.

- La ciencia es parte de la cultura humana, fruto del esfuerzo racional de muchas personas, acumulando a lo largo de generaciones para intentar responder a numerosas preguntas que la humanidad se ha planteado siempre sobre el mundo que nos rodea.

2.4 El aprendizaje de las ciencias en educación secundaria.

Los programas de estudio 2006, particularmente en el currículo de ciencias, utilizan un enfoque pedagógico, acorde a las exigencias del aprendizaje de los alumnos, para su formación científica; dicho enfoque es el constructivista y se apoya en el cambio conceptual.

Por ejemplo, se menciona que en dicho enfoque “se enfatiza que el alumno de secundaria es el principal protagonista del proceso educativo. Esto implica que los estudiantes deben asumirse como los principales encargados de construir o reconstruir sus conocimientos” (SEB/SEP, 2006). Así también se le da importancia a las ideas previas de los alumnos y cuál sería la estrategia adecuada para transformarlas, al mencionar que estas ideas previas “pueden ser contradictorias respecto a las explicaciones que se han propuesto desde el ámbito científico y representan obstáculos en el aprendizaje de los conceptos relevantes, sin embargo, se asume que es posible modificar las ideas previas por medio de estrategias orientadas al cambio conceptual” (SEB/SEP, 2006). También se señala el origen de las ideas previas de los alumnos: “por la influencia de los medios, que promueven imágenes estereotipadas de la ciencia, los científicos y su actividad, pero también por las experiencias escolares que han tenido los alumnos” (SEB/SEP, 2006).

En cuanto al papel del profesor menciona que “debe dejar de ser expositor y convertirse en guía y mediador que acompaña a los alumnos y crea las condiciones necesarias para que sean ellos quienes construyan sus conocimientos” (SEB/SEP, 2006).

Como podemos observar, el actual currículo en ciencias toma como punto clave las ideas previas de los alumnos, cómo afectan su aprendizaje y cómo puede actuar el profesor ante tal situación. Finalmente, el docente debe tener el conocimiento y la preparación suficiente para llevar a cabo, satisfactoriamente, el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias en el nivel secundaria y así mejorar la calidad de la educación científica.

3. REVISIÓN DE LA LITERATURA

Algunas de las ideas previas que se han rescatado de las investigaciones realizadas en el campo en electrostática, se muestran a continuación. Cabe aclarar que debido a los escasos trabajos encontrados en la revisión de la literatura de nivel secundaria, posteriormente se realizará un examen diagnóstico, para completar la visión sobre las ideas previas de la población a estudiar y así compararlas con las aquí presentadas:

Las siguientes ideas previas se tomaron de <http://ideasprevias.cinstrum.unam.mx> presentes en el nivel de secundaria:

- La electrostática no puede funcionar sin gravedad.
- No hay transferencia entre dos conductores cargados de forma similar (mismo signo), ya que las cargas en un conductor, repelerán las cargas del otro.
- Hay transferencia entre dos conductores cargados opuestamente (diferente signo) porque cargas opuestas se atraen.

Y debido a las pocas ideas previas encontradas en este nivel, no se puede realizar un análisis de categorización de las mismas.

A continuación se presenta un breve análisis de las ideas previas tomado de la página Web <http://ideasprevias.cinstrum.unam.mx>. De esta manera se busca comparar dichas ideas con las encontradas en el examen diagnóstico de nivel secundaria. En la tabla 2 se señalan cuáles son los rubros (aspectos o temáticas) que, principalmente, se han analizado en las investigaciones en donde se han identificado las ideas previas reportadas en la base de datos, y cuales son las concepciones más recurrentes y significativas que se pueden identificar o inferir de las ideas previas respectivamente:

TÓPICOS	CONCEPCIONES
Naturaleza de la electrostática	La electrostática necesita aire para funcionar.
Comportamiento de las cargas al frotar dos cuerpos	Al cargar un objeto por frotamiento adquiere un exceso de cargas. Al frotar dos cuerpos, ambos adquieren la misma cantidad de carga pero de sentido contrario. Al frotar dos cuerpos se produce una separación local de las cargas positivas y negativas. Al frotar un objeto se crean cargas.
Transferencia de cargas entre conductores	Al conectarse dos superficies con carga superficial distinta, la carga circulará de la superficie con carga superficial mayor a la superficie con carga superficial menor. La transferencia de cargas entre dos conductores cargados depende del tipo de carga de cada uno, si tienen cargas opuestas habrá transferencia (porque se atraen), si las cargas son del mismo signo no habrá transferencia (porque se repelen). En un objeto (cuerpo geométrico) metálico cargado, la carga se distribuye en la superficie exterior, de tal forma que en el interior no hay carga.

Tabla 2. Categorización de ideas previas.

Tomado de <http://ideasprevias.cinstrum.unam.mx:2048/Controles analisis.htm>

En la tabla se observa que los alumnos utilizan sus ideas previas para resolver problemas de electrostática, de los cuales los más comunes son transferencias de carga entre conductores y frotamiento de objetos. De esta forma, cargas del mismo signo se repelen y de diferente se atraen. Así, los alumnos analizan fenómenos que son independientes de esta condición, tal y como es el proceso de conducción, en el cual interviene la diferencia de potencial entre los cuerpos y no el signo de la carga que poseen. Por otro lado, queda reflejado que tienen la noción de conservación de carga; siendo que al frotar un objeto ésta se produce. Finalmente, es importante resaltar la necesidad de que entre las cargas eléctricas exista aire para que las interacciones entre cuerpos, ya sea repulsión, atracción o transferencia de cargas se lleven a cabo.

Otras fuentes que se han consultado y revisado son las revistas especializadas en el campo; en ellas se ha encontrado que, de acuerdo a las investigaciones realizadas por los especialistas, “los estudiantes no tienen en cuenta la naturaleza eléctrica de la materia, interpretando los fenómenos eléctricos dando explicaciones pseudo-mágicas” (Guisasola, 1994; p. 111); y los que sí toman en cuenta la existencia de cargas en la materia, las respuestas de los estudiantes, son clasificadas en dos por los especialistas (Furió y

Guisasola, 1998) en *'eléctricos'*, ya que aceptan la existencia de cargas en la materia, y en *'creacionistas'*, porque explican que las cargas eléctricas se crean en el momento que se frota sobre el cuerpo (p. 136).

Durante la revisión de la literatura se encontraron investigaciones en el campo de la electrostática a “nivel secundaria”, pero no hay que dejarnos llevar por el término ya que estas investigaciones se han realizado en España y en aquel país se tiene como parte del nivel secundaria a lo que en México equivaldría al nivel bachillerato, por lo que nuevamente se reitera que las ideas previas encontradas se buscará una relación con las ideas previas en un examen diagnóstico a nivel secundaria.

También, en la página web de ideas previas (<http://ideasprevias.cinstrum.unam.mx:2048/Controlesestrategia.htm>), se encontró sólo una estrategia didáctica relacionada con el tema de electricidad (Asoko, 1996); con el propósito de diferenciar la energía transferida por la batería al un foco, y la corriente que fluye alrededor del circuito, por medio del uso de una analogía. Algunos otros trabajos relacionados con el tema de electrostática lo han desarrollado pero a nivel bachillerato son Furió y Guisasola (1994, 1998 y 1999) y Criado y Cañal (2002).

Las investigaciones realizadas por Criado y Cañal (2002) acerca de la enseñanza de conceptos de electrostática, llevaron al análisis de algunas ideas previas sobre dichos conceptos:

- Identificación de fenómenos electrostáticos cotidianos por los alumnos: se encontró que sí reconocen muchos de ellos pero también se identifican como electrostáticos otros fenómenos que no lo son como por ejemplo la atracción de imanes o las descargas eléctricas producidas por la corriente eléctrica. También los alumnos no consideran algunos fenómenos como los relámpagos o el que la fotocopidora utiliza la fuerza electrostática para que se logre adherir el tóner al papel.
- Naturaleza corpuscular de la materia en el proceso de electrización: “por ejemplo, si se ha frotado un bolígrafo, se puede pensar que el estado eléctrico adquirido por éste consiste en un aumento en la agitación de las partículas del plástico, pero si el procedimiento empleado ha sido el de presionar sobre una transparencia y un folio, la electrización mutua se puede interpretar en este caso como una separación de partículas en el material, parecida a una deformación plástica”. (p. 57)

- La electricidad: en ocasiones se confunde con el magnetismo y a veces se toma como una especie de emanación o sustancia invisible. Para los alumnos, cuando un cuerpo está electrificado es porque se han separado sus cargas positivas y negativas, se han creado cargas que no existían o porque las partículas se agitan a gran velocidad. El significado del estado neutro de un cuerpo puede ser interpretado al contrario de lo anterior, es decir, partículas sin agitarse, igualdad en el número de partículas, etc.
- Atracción y repulsión entre dos objetos cargados: A veces coinciden con la respuesta académica (cargas iguales se repelen, cargas iguales se atraen) pero pueden existir interpretaciones diferentes, como por ejemplo, *‘ambos objetos están neutros polarizados’* (respetando la polarización las reglas anteriores), *‘ambos objetos poseen igual número de cargas de ambos signos’*, *‘dos objetos se atraen porque están cargados pero se repelen porque no lo están’*. Cuando los alumnos tratan de explicar las repulsiones existen más dudas que con las atracciones y lo hacen sólo de manera verbal y no se atreven a añadir cargas eléctricas para completar un dibujo al respecto.
- Inducción: En el fenómeno del bolígrafo cargado y que atrae papelitos neutros no es fácil interpretar para muchos alumnos, por lo que se originan más ideas previas al tratar de explicarlo. No sucede lo mismo cuando se interpreta el fenómeno de una transparencia electrificada que interacciona con una bolita de papel aluminio colgando de un hilo aislante, atrayéndose.

Electrización de metales: son pocos los alumnos que utilizan ideas académicas para interpretar esto. Ellos admiten que puede haber una transferencia de cargas hacia el metal pero les es difícil aceptar que se irá descargando si no está debidamente aislado de otros cuerpos. También los alumnos llegan a aprender, “en su vida cotidiana, que los metales y los materiales no metálicos tienen un comportamiento diferente frente a la electricidad y de ahí interpretan que no se podrán electrizar mutuamente o bien se niega que pueda haber carga en los aislantes”. (p. 58)

4. MARCO TEORICO

4.1 Constructivismo

En el capítulo uno y dos se trató de brindar un panorama general acerca del problema que, durante los últimos años han dado cuenta los especialistas en la educación en ciencias; así mismo, una alternativa para brindarle solución a este problema es la del cambio conceptual. Aquí trataré de profundizar un poco más acerca de esta propuesta del cambio conceptual, ya que, en base a ello se diseñará la estrategia didáctica para alumnos de secundaria.

En el apartado número 2.2 se menciona de esta alternativa para mejorar, en cierta medida, el aprendizaje de las ciencias. Como ya se mencionó en aquel apartado, el cambio conceptual es una propuesta desde el punto de vista constructivista, centrada principalmente en cómo aprende el alumno en la escuela.

Desde que surgen los planes y programas de educación secundaria en México en 1993, ya se sugieren cambios en las metodologías y actualización docente para lograr en los alumnos un aprendizaje, de manera que sean ellos los constructores de su propio conocimiento (Orozco, 2000). El constructivismo surge como una necesidad de frenar la problemática que se veía venir por los especialistas, como por ejemplo Candela (1993, p. 3-4), menciona que Yager y Penich (1993) dan a conocer los resultados de una evaluación nacional en 1977 en Estados Unidos, donde encontraron lo siguiente:

- 90% de los maestros de ciencias naturales utilizan un libro de texto el 90 % del tiempo.
- La exposición del maestro, la lectura del libro y la recitación posterior por parte de los alumnos siguen siendo las formas fundamentales de instrucción.
- Las actividades experimentales se limitan a ejercicios y prácticas de verificación de la información dada por el libro o por el maestro.
- Se siguen evaluando repetición de contenidos, vocabulario, definiciones, fórmulas, leyes, etc.
- La ciencia en la escuela no retoma las ideas ni la experiencia extraescolar de los alumnos.
- La enseñanza de la ciencia no tiene incidencia sobre lo que los alumnos piensan ni sobre lo que hacen.

Como podemos observar estos resultados obtenidos, por lo menos en las pruebas de PISA en la última década no muestran un aprendizaje exitoso en los alumnos. La poca o nula efectividad que ha tenido esta práctica docente condujeron a “la emergencia de un nuevo paradigma para la enseñanza de las ciencias naturales sustentado en una concepción constructivista del aprendizaje” (Candela, 1993; p. 6).

Actualmente “se dice que el constructivismo es una moda, por ser el enfoque epistemológico que se debería utilizar en el proceso de enseñanza y aprendizaje” (Torres, Pérez y Gallego, 1994; p. 165) señalan que “Piaget es el primero que realiza la idea de estructura mental, como una necesidad conceptual y metodológica para investigar el desarrollo operatorio de la inteligencia en el niño. Este es un golpe certero contra el empirismo y su tesis de la tabula rasa” (p. 175). También porque se “centra en el análisis epistemológico en el problema del cambio y la reconceptualización de los criterios de demarcación indispensables para emitir un juicio admisible que distinguiera entre una teoría científica y otra que no lo era” (Torres, Pérez y Gallego, 1994; p. 166).

Uno de los que comienzan a trabajar este análisis epistemológico es K. Popper: él propone que “las teorías científicas están en perpetuo cambio. Todo sistema científico para serlo necesariamente falseable, no importa cuanta corroboración positiva haya recibido, es decir, cuantas pruebas haya superado”¹. Lo mismo pudiera suceder en la educación en ciencias que, como señala Torres, Pérez y Gallego (1994): se tiene una ‘*ciencia del profesor*’ y ‘*ciencia del alumno*’ (aquí ya se tiene en cuenta que el alumno posee ideas previas y por lo tanto se niega la concepción de ‘*tablas rasas*’), por lo que la relación enseñanza-aprendizaje giraría en torno a estas dos ‘*ciencias*’. Así, desde esta perspectiva, la ‘*teoría*’ profesor “ha de mostrarse superior a la del alumno, de tal forma que el estudiante opte por abandonar sus concepciones y aceptar las del profesor produciéndose la transformación” (Torres, Pérez y Gallego, 1994; p. 167).

Posteriormente, Kuhn propone otros criterios de demarcación de la ciencia: a lo largo de la historia los grupos de científicos han presentado “resistencia a abandonar sus reglas, programas, postulados y leyes”². De igual manera sucede algo similar con respecto a los estudiantes: “tanto el profesor como el alumno viven en mundos diferentes y ven cosas

¹ Citado por Torres, Pérez y Gallego (1994; p. 167)

² Idem (p. 169)

diferentes cuando observan lo mismo. El aprendizaje ha de plantearse como un cambio paradigmático en el que el estudiante ha de sufrir una experiencia de conversión por cuenta propia. Es decir, sin presión alguna” (Torres, Pérez y Gallego, 1994; p. 169).

Lakatos propone una “teoría de los programas de investigación científica, con sus núcleos firmes, cinturones protectores, heurísticas positivas y negativas y programas regresivos y progresivos”³. Según Torres, Pérez y Gallego (1994, p. 170), en el campo educativo “todo profesor trabaja dentro de un programa de investigación científica, aunque resulta forzado hacerlo para el alumno. Sin embargo, podría proponerse que los estudiantes manejan una especie de núcleo firme en sus creencias y suposiciones que, de manera difícil, cuestionan y están dispuestos a cambiar”.

Finalmente, Bachelard, menciona que “los profesores de ciencias se imaginan que el espíritu comienza como una lección, que siempre puede rehacerse una cultura perezosa repitiendo una clase, que puede hacerse comprender una demostración repitiéndola punto por punto. No han reflexionado sobre el hecho de que el adolescente llega al curso de Física con conocimientos empíricos ya constituidos; no se trata, pues, de adquirir una cultura experimental, sino de cambiar una cultura experimental, de derribar los obstáculos amontonados por la vida cotidiana” (Bachelard, 1981; p. 25).

De esta manera, las posiciones constructivistas dejan entrever importantes semejanzas funcionales entre éstas y lo que sucede en la escuela con el profesor y el alumno (Marín, 2003; p. 66); y podemos observar que dentro de la práctica educativa en ciencias, el maestro no recibe un estudiante ‘vacío’ para llenarlo con conocimientos. Al contrario, “encuentra estudiantes con opiniones, con una ideología que ellos han adquirido y que los acompañará durante el desarrollo de sus vidas y a la cual ellos deben adaptarse con el fin de cumplir con las normas de una sociedad pero sin cuestionarse la razón de las mismas” (Zambrano, 1998; p. 89). Los estudiantes elaboran ideas sobre su ambiente físico. Por lo tanto, en el constructivismo, el aprendizaje escolar “no puede concebirse como la recepción pasiva de conocimientos, sino como un proceso activo de elaboración de los mismos” (Candela, 1993; p. 7); además de que “propone la actividad mental como formadora de conocimiento y que los conceptos son inventados (en el sentido de ser

³Idem (p. 169)

generados por el sujeto) más que descubiertos a partir de la percepción que tenemos de la realidad externa que nos rodea” (López y Flores, 2003; p. 230).

Una de las características fundamentales del constructivismo es la de “reconocer al estudiante como constructor de su propio conocimiento y a la ciencia como un proceso de aproximaciones relativos (no saberes absolutos o positivos), como una construcción de carácter social, que lejos de descubrir la estructura del mundo o de la naturaleza, la construyen o la modelan” (Juárez, Juárez, Martínez y Juárez, 2004; p. 48; Rodríguez-Moneo y Aparicio, 2004; p. 272). Para que esto ocurra, los docentes somos los que debemos cambiar la manera de llevar a cabo las clases y estar enfocados en “cómo facilitar la construcción del conocimiento por los alumnos, siendo éstos, y sus ideas iniciales, los máximos protagonistas del proceso” (Giordan, 1996; p. 4). Para “hacer pasar a los alumnos de una actividad pasiva –de recepción- a una actividad activa –de reconstrucción-“ (López y Flores, 2003; p. 230).

Si el alumno participa activamente en la construcción de su propio conocimiento, nosotros como docentes, ¿cómo intervenimos para facilitar la adquisición de estos conocimientos?, ¿cuál es el papel del alumno? De esto tratarán los siguientes apartados.

4.1.1 Papel del alumno y sus ideas previas en el constructivismo

Como se mencionó en el apartado anterior, se comienza a aceptar la idea de que los sujetos que interactúan con su medio son capaces “de adquirir determinadas informaciones y ciertos conocimientos sobre dicho entorno; es decir, que son capaces de representárselo mentalmente de diversas maneras” (Torres, Pérez y Gallego, 1994; p. 175).

De acuerdo con Marín (2003, p. 70), los alumnos construyen su conocimiento a través de interacciones:

- Físicas: que dan lugar a una estructura cognitiva de carácter procedimental e implícita muy ligada a lo afectivo.
- Simbólicas: cuando empieza a socializar, también comienzan paulatinamente a ser más relevantes sus interacciones simbólicas, que le permiten construir sobre las anteriores estructuras de carácter conceptual.

Ya en la vida cotidiana del alumno, construye conocimientos que “poseen un importante componente individual” (Marín, 2003; p. 70). Estos “conocimientos” previos

del alumno se encuentran próximos o alejados del conocimiento científico (Candela, 1993; Giordan, 1996; Zambrano, 1998; Bello, 2004; Marín, 2003; Rodríguez-Moneo y Aparicio, 2004); a la vez de que son adaptativos, fuertemente arraigados, útiles y eficaces para él y su entorno. En la escuela el alumno recibe grandes cantidades de información en tiempos relativamente cortos. También el alumno adquiere un nuevo lenguaje científico que le abre nuevas puertas para comunicarse y entender algunas habilidades matemáticas, lectoras, estructura categorial, pero estas nuevas adquisiciones son más memorísticas que significativas y con muy poca relación con los fenómenos físicos que ocurren en su vida cotidiana (Marín, 2003).

De esta manera, el sujeto construye conocimientos de forma permanente, porque constantemente esta interaccionando con su medio, y sobre todo con los fenómenos físicos. Por ello, todo aprendizaje depende de las ideas previas (Giordan, 1996; p. 9). El aprendizaje que adquiriera el alumno dependerá sólo de él, que no partirá de la nada sino de sus ideas previas; y como lo menciona Giordan, (1996, p. 15): “esto nos lleva a sostener que el alumno aprende a la vez ‘*gracias a*’, ‘*a partir de*’ y ‘*con*’ los conocimientos que sean funcionales en su mente. Pero al mismo tiempo, deberá comprender frecuentemente ‘*contra*’ estos últimos”.

El alumno por sí solo construye su propio conocimiento y éste lo hace dentro de un entorno social, ya que la escuela le brinda la oportunidad de interaccionar con otros de su edad y que tal vez coincida con sus ideas previas. Trabajos recientes y además de que la mayor parte de los especialistas coinciden en que el aprendizaje resulta ser significativo cuando es producido en un contexto interactivo (Candela, 1993). Y es que el contexto en el que un alumno pudiera desarrollar una actividad experimental de manera individual a desarrollarlo en la escuela, con sus compañeros y con ayuda del profesor. Por lo tanto, el constructivismo es una construcción social del conocimiento. Así lo menciona Candela (1993, p. 13): “asumir una posición constructivista del aprendizaje escolar de las ciencias naturales, implica asumir el proceso de construcción del conocimiento científico como un proceso social que requiere el estudio de las interacciones comunicativas en el contexto propio de la educación: el salón de clases. En el aula no sólo los alumnos construyen su conocimiento; el maestro también es un sujeto constructor de su propio quehacer que parte de concepciones sobre ciencia y enseñanza”.

Finalmente, las ideas previas no son el único punto de partida ni el resultado final de alguna actividad, son instrumentos que le servirán al alumno en la actividad de aprender algún contenido (Giordan, 1993).

4.1.2 Papel del docente desde la perspectiva constructivista

En capítulos anteriores he mencionado la existencia y características de las ideas previas en los alumnos. Entonces, ¿Qué debe hacer el docente con las ideas previas de los alumnos? “¿debe refutarlas, desplazarlas o transformarlas?” (Giordan, 1996; p. 8). El profesor es la figura que normalmente media entre alumno y contenidos. Sin embargo, “el contenido que finalmente llega al alumno de mano del docente dependerá del grado de comprensión de éste, de sus creencias sobre la enseñanza, de cómo percibe la construcción del conocimiento de las ciencias y el del alumno y, consecuentemente, del modo de enseñarlo” (Marín, 2003; p. 67). Depende del profesor que esa construcción del conocimiento que el alumno lleve a cabo sea exitosa.

Cuando el profesor toma conciencia del papel que desempeña en este proceso, se debe comenzar con lo que para Giordan (1996) y otros (Bello, 2004; Rodríguez-Moneo y Aparicio, 2004), las ideas previas deben “ser recopiladas previamente a la enseñanza para que ésta se pueda adaptar al estado de los conocimientos de los alumnos”. Por lo tanto el profesor debe diseñar estrategias de aprendizaje donde “se planteen situaciones que generen un conflicto que, manejado por el profesor, sirva para que los estudiantes vayan construyendo nuevos conocimientos” (Torres, Pérez y Gallego, 1994; p. 178).

Por ejemplo, se ha mencionado que las ideas previas del alumno le pueden servir como punto de partida para iniciar el proceso de construcción del conocimiento, pero también debe tener en cuenta de que los nuevos conocimientos no serán aceptados tan fácilmente por el alumno, ya que sus ideas previas serán un obstáculo para aceptar esos nuevos conocimientos. Por lo que las estrategias de enseñanza que utilice el profesor deben incluir actividades que asocien, al menos, el cambio conceptual a un entrenamiento en los procesos científicos (Giordan, 1996).

Y como se mencionó anteriormente, el alumno no construye el conocimiento en solitario, sino gracias a la mediación de otros (compañeros alumnos y profesor) y en un contexto específico (la escuela). Como lo señala Díaz Barriga (1998, p. 70): “entender

cómo los profesores median en el conocimiento que los alumnos aprenden en las instituciones escolares, es un factor necesario para que se comprenda mejor por qué los estudiantes difieren en lo que aprenden, las actitudes hacia lo aprendido y hasta la misma distribución social de lo que se aprende”. Así se debe tomar en cuenta que la función del profesor es la de facilitar y orientar, no de vaciar ni dar las herramientas necesarias para que se dé el aprendizaje, por lo que esta labor no es nada fácil (Orozco, 2000; p. 45).

Es una labor un tanto complicada porque el docente debiera, primeramente, poseer “una buena formación teórica de los mecanismos de adquisición de conocimiento del alumno y no tanto en el cambio conceptual científico: el docente no tiene ante sí a un científico” (Marín, 1999; p. 89).

4.2 Cambio conceptual

El cambio conceptual ha sido y es una propuesta de las más usadas en la enseñanza de las ciencias ya que ha tenido una gran aceptación y difusión en el campo. (Marín, 1999; Flores, 2004). Esta propuesta, como se mencionó anteriormente, toma en cuenta las ideas previas del alumno como punto de partida en la enseñanza de la ciencia por medio de modelos que favorezcan la transformación de éstas. Estos modelos “fomentan en el profesor el desarrollo de estrategias nuevas de enseñanza que integren los procesos y conocimientos que componen la propuesta didáctica, así como proporcionar los elementos de evaluación que le permita ir, de manera progresiva, de una práctica docente común (informativa, memorística) a una constructivista”. (López y Flores, 2003; p. 241).

El cambio conceptual es un proceso complejo que no se trata simplemente de sustituir las ideas previas del alumno por los conocimientos científicos, porque como se mencionó en apartados anteriores, esta propuesta no es la solución que los profesores debemos emplear para obtener el éxito en nuestras clases de ciencias; ya que como lo menciona Flores (2004, p. 256): “el cambio conceptual está asociado a dos problemas complejos, ambos sin solución, al menos, cercana: cómo se construye el conocimiento y en qué consiste el aprendizaje”.

Por ello, los especialistas han propuesto diversas posiciones respecto al cambio conceptual. Un modelo que se tratará de aplicar en este proyecto de intervención para

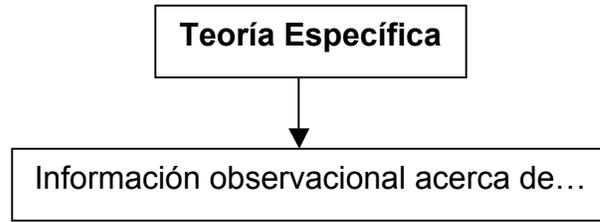
propiciar la transformación de las ideas previas de los estudiantes sobre electrostática es el que propone Stella Vosniadou.

4.2.1 Propuesta de S. Vosniadou y colaboradores

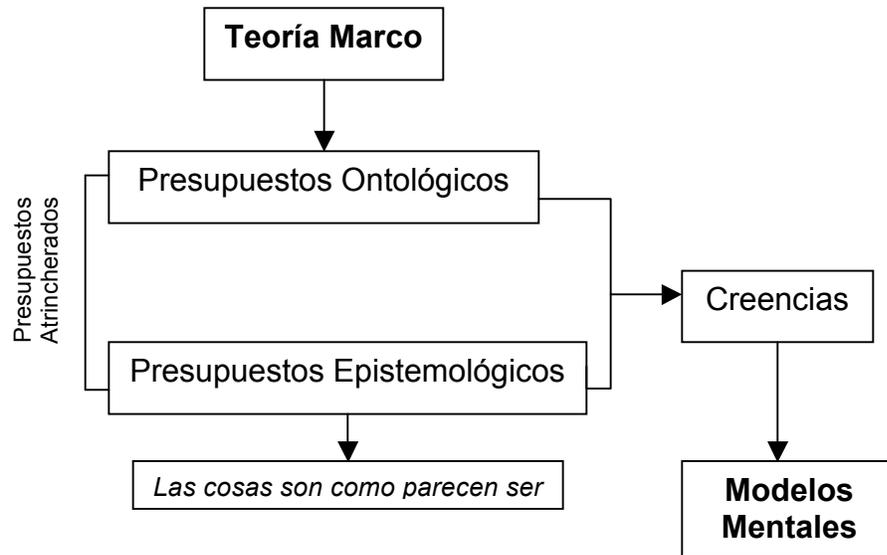
Esta propuesta consiste en reconocer los procesos de construcción de las representaciones de los sujetos como las ideas previas y su transformación vistas desde la perspectiva de sistemas de conocimiento con estructuras y subestructuras complejas y no como entidades aisladas. (Flores, 2003).

Para Vosniadou, los alumnos construyen “conocimientos” (ideas previas) que les permiten interpretar los fenómenos físicos que ocurren en su entorno y que constituyen explicaciones directas y coherentes que denomina “teorías marco”. Estas teorías no sólo le permiten al sujeto interpretar fenómenos que suceden en su entorno, sino también la información nueva que proviene de la escuela. Los marcos explicativos coherentes reflejan la complejidad de los sistemas de conocimiento ya que se pueden identificar en los alumnos sus compromisos epistemológicos puesto que pueden ser susceptibles a la transformación y revisión radical (Flores, 2004; p. 260).

El cambio del conocimiento que Vosniadou propone es gradual por lo que se considera más estático que otros modelos de cambio conceptual (Rodríguez, 1999); y se determina por diferentes circunstancias contextuales. Este cambio comienza de la observación que hacen los alumnos de la información que reciben de la escuela o de algún otro canal cultural a partir de sus teorías marco que poseen (Ver Esquema 2); ellos interpretan esta información, dando como resultado la construcción de un modelo poco coherente. Este proceso, Vosniadou lo llama “significado sintético”, y con ello dan cuenta de la aparición de las ideas previas. Este significado sintético no logra el mismo nivel de coherencia que las teorías marco debido a que la información escolar o cultural no corresponde a los supuestos ontológicos y epistemológicos del mismo (Ver Esquema 2). Se considera que las creencias que constituyen la teoría específica son constricciones de segundo orden ya que determinarán el proceso posterior de adquisición del conocimiento (Flores, 2004; Vosniadou y Brewer, 1994).



Esquema 1. Tomado de Rodríguez, M. (1999). *Conocimiento Previo y cambio conceptual*. Buenos Aires: Aique. p. 76.



Esquema 2. Tomado de Rodríguez, M. (1999). *Conocimiento Previo y cambio conceptual*. Buenos Aires: Aique. p. 76.

El modelo mental que se forma en el sujeto es un tipo de representación analógica dinámica y manipulable, muy útil para generar explicaciones causales y hacer predicciones de fenómenos. Este modelo mental se genera a partir de su teoría marco y de su teoría específica (Ver Esquema 1 y 2). Así, el sujeto va sustituyendo poco a poco el modelo original por un modelo sintético a lo largo de la vida escolar del alumno. Este cambio de modelo, menciona Vosniadou y Brewer (1987) se realiza a través de:

- El enriquecimiento, que es la forma más simple de cambio conceptual y equivale a la reestructuración débil. Supone la incorporación de nueva información a la estructura de conocimiento existente a través de un mecanismo de aumento.
- La revisión, es la forma más radical de cambio conceptual, equivalente a la reestructuración fuerte. La nueva información que se va a adquirir entra en

contradicción o es inconsistente con los presupuestos y/o creencias, es decir, con la teoría marco ingenua o con la teoría específica, respectivamente, y por tanto, éstas deben modificarse.

Para Vosniadou, la inconsistencia o conflicto cognitivo es un mecanismo del cambio conceptual, también considera la importancia de la analogía y del conocimiento metacognitivo (Rodríguez, 1999). Esto se abordará en los próximos apartados.

4.2.1.1 Conflicto Cognitivo

Los especialistas señalan que en el aprendizaje de las ciencias los estudiantes se encuentran con informaciones que contradicen sus ideas previas (Rodríguez, 1999). También han señalado que el conflicto cognitivo genera cambio conceptual porque los sujetos buscan disminuir las situaciones de disonancia cognitiva a favor de la coherencia (Rodríguez, 1999). Vosniadou menciona que los sujetos reciben información contradictoria o conflictiva con sus estructuras de conocimiento. En el mejor de los casos, el conflicto creado, genera un cambio en la teoría marco ingenua existente [idea previa] del sujeto y, por lo tanto, en su modelo mental (Vosniadou y Brewer, 1987).

Sin embargo, aunque en muchos trabajos se ha considerado el conflicto como generador del cambio, en una gran cantidad de ellos se ha indicado que no necesariamente conduce al cambio conceptual (Rodríguez, 1999) . Por ello, Vosniadou (Vosniadou y Brewer, 1987) menciona que un mal aprendizaje puede dar lugar a:

- Inconsistencias: las piezas de información contradictoria son añadidas a la idea previa del sujeto.
- Conocimiento inerte: la información contradictoria con la idea previa es almacenada, estableciéndose pocas relaciones con lo que ya se sabe; la nueva información contradictoria sólo se emplea en ciertas ocasiones como en las tareas escolares.
- Concepciones alternativas erróneas: se intenta, de forma poco afortunada, integrar la nueva información con la estructura de conocimiento existente.

4.2.1.2 Uso de analogías

El uso de analogías consiste en recurrir a un concepto familiar [al que se llama ‘*análogo*’ o ‘*fuentes*’] a partir del cual puede explicarse un concepto desconocido [al que se llama ‘*diana*’]. Ambos conceptos comparten algunas características comunes (Rodríguez, 1999). La analogía no se restringe a conceptos, por lo que se define como la transferencia de un proceso de proceso de proyección que permite establecer una estructura relacional de un dominio de conocimiento [fuente] a otro dominio similar pero menos conocido [diana] (Rodríguez, 1999).

Lo que Vosniadou (1994) menciona acerca de las bondades del uso de la analogía es que es un mecanismo que puede facilitar la transferencia de conocimiento de un dominio a otro, y, así, tiene la capacidad para promover la clase de cambio conceptual que a menudo llamamos ‘radical’.

Mason y Sorzio (1996) consideran que la analogía es útil para:

- Acceder y recordar información previamente almacenada en la memoria
- Crear anomalías en un marco conceptual
- Coordinar y organizar el nuevo conocimiento
- Crear nuevos esquemas
- Superar las ideas previas

Según estos autores (Mason y Sorzio, 1996), desde la analogía es posible crear una situación de conflicto que conduzca al cambio. De esta manera, la analogía y el conflicto actúan conjuntamente en el proceso de cambio conceptual. Pero al igual que en el conflicto cognitivo, el uso de analogías puede producir dificultades en el aprendizaje e incluso puede favorecer la creación de conceptos erróneos. Para tratar de evitarlo, la persona que hace uso de la analogía debe tener un conocimiento bien fundado del contenido sobre el que versa la analogía y debe poseer un entendimiento de cómo aprenden los sujetos. Y los sujetos a su vez es necesario que tengan cierta familiaridad con el manejo de analogías (Rodríguez, 1999).

4.2.1.3 Conocimiento metacognitivo

El conocimiento metacognitivo se refiere al conocimiento sobre la naturaleza del contenido de una disciplina (conceptos, teorías), es decir, se trata de un concepto epistemológico

(Rodríguez, 1999). Según Chinn y Brewer (1993) y Schommer (1990) señalan la influencia de las creencias epistemológicas de los sujetos en el proceso de adquisición del conocimiento.

Lo que Vosniadou (1994) menciona acerca del conocimiento metacognitivo es que cuando la nueva información que reciben los sujetos es contradictoria con el conocimiento que ya poseen, la mayoría de las veces, los sujetos distorsionan la nueva información con el fin de poder coordinarla con el conocimiento existente. Esto se debe a la carencia de metaconocimiento por parte de los sujetos sobre sus modelos mentales y las creencias teóricas que constriñen sus esfuerzos por adquirir nueva información; además de que los sujetos no toman conciencia de que al tratar de explicar la realidad forman hipótesis, por lo que si tuvieran un metaconocimiento al interpretar sus concepciones, su aprendizaje sería más favorable.

4.2.1.4 Motivación

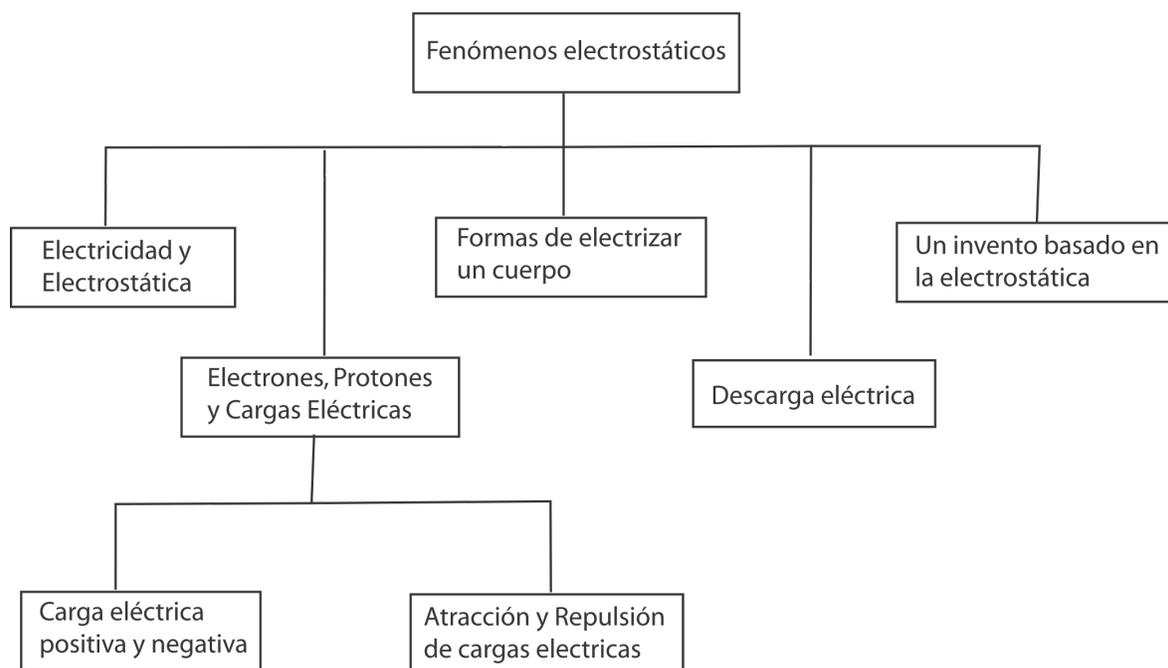
Rodríguez (1999) menciona que la motivación del sujeto se manifiesta en todo el proceso de cambio conceptual. También señala que si el sujeto que posee ideas previas no tiene interés en conocer, es menos probable que se genere el cambio conceptual; este interés surge de la necesidad de conocimiento, pero esta necesidad no siempre es previa al proceso de adquisición del conocimiento, lo que genera ciertas dificultades en el aprendizaje y por lo tanto en el proceso de cambio conceptual.

Al respecto, Vosniadou (2006) menciona que para reconocer que un alumno está motivado, tiene una pasión por alcanzar sus metas y está dispuesto a realizar grandes esfuerzos durante el aprendizaje, por lo que afecta en la calidad y cantidad de lo que aprenden. Así mismo, sugiere que para motivar al alumno, el maestro debe pronunciar afirmaciones alentadoras que reflejen una evaluación honesta de su desempeño.

5. MARCO REFERENCIAL

Uno de los aspectos que tomé en cuenta para el diseño de esta estrategia de intervención es hacer una semblanza histórica de cómo se ha transformado el conocimiento de los fenómenos electrostáticos a lo largo de la historia y, también se requiere abordar, de alguna manera, las explicaciones formales del comportamiento electrostático, para mostrar las diferencias conceptuales entre las ideas de los sujetos y aquellas elaboradas por la ciencia.

En este capítulo se ofrece un resumen de lo que hasta hoy se conoce de estos fenómenos a nivel macro y microscópico y se expone lo que concierne a su estudio en la escuela secundaria y al trabajo de esta tesis. A continuación se muestra una visión general de lo que se tratará en este capítulo (ver esquema 3):



Esquema 3. Visión general del capítulo 5.

5.1 Los Fenómenos electrostáticos

Muchos de los fenómenos eléctricos que se presentan en nuestra vida cotidiana son los electrostáticos: si se frota un peine o un globo en nuestro cabello, o una regla con una franela, se observará que el peine y la regla tienen la propiedad de atraer objetos ligeros, como pedacitos de papel. El globo puede quedar sostenido en la pared durante horas.

Cuando nos quitamos el suéter en un día seco, podemos oír (y si está oscuro ver) pequeñas chispas que saltan y “dan toques”. Si caminamos por una tienda alfombrada y de pronto tocamos una varilla, nos da un “toque”. Todos estos ejemplos de fenómenos electrostáticos tienen que ver con las cargas eléctricas en reposo de un cuerpo. La rama de la física que estudia los fenómenos relacionados con las cargas eléctricas en reposo es la electrostática, la cual está presente en los programas de estudio de educación secundaria.

El conocimiento de los fenómenos naturales no siempre ha sido como los conocemos actualmente; en la ciencia, como en los demás aspectos de la vida humana, sucede algo semejante. Entenderla así puede facilitarnos un acercamiento a ella, y por tal razón, aquí se abordan los conceptos, interpretaciones, invenciones y usos relacionados a la electricidad y de los fenómenos electrostáticos que provienen de aproximadamente 3000 años antes de nuestra era. Con ello se intenta mostrar que nuestras ideas o conocimientos actuales de dicho tema son un invento humano al que se le ha dado forma a lo largo del tiempo.

5.2 Electricidad y Electrostática

En un texto conocido como *Jeroglífica de Horapollo*, una de las primeras interpretaciones de la escritura jeroglífica del Antiguo Imperio Egipcio, se dice que para significar a un hombre que ha salvado a muchos hombres en el mar los egipcios pintaban “un pez llamado en latín *torpedo*, porque cuando ve a los otros peces que ya no pueden nadar, va hacia ellos y les ayuda.” Esto nos da una idea de la relación que los pescadores egipcios tuvieron con los peces eléctricos al representar con un pez de esta naturaleza a un hombre que salva a sus semejantes en el mar. Algunos investigadores han dicho que “en escenas de pesca en murales de tumbas egipcias... aparece el pez gato, que se consideraba protector de los peces: si un pescador lo capturaba y sufría su descarga, debía dejar la pesca y soltar los peces.”

El viajero alemán Alejandro de Humboldt escribió en el siglo XIX, en una disertación sobre la anguila, que los vocablos árabes para designar el *trueno (rahd)* y los *peces eléctricos (rahadd)* eran muy parecidos.

Actualmente, tanto el torpedo como el pez gato eléctrico tienen las características siguientes (suponemos que no son muy distintas a las de sus ancestros de hace 5000 años):

- Mientras el torpedo (*torpedinoideo*) vive en los mares de los cinco continentes y el potencial de su descarga puede llegar a ser de 60 voltios durante 5 segundos, el pez gato eléctrico (*siluriforme*) habita en las aguas dulces de Europa, Asia, África y América, y el potencial de su descarga puede alcanzar 300 voltios.
- Poseen un sentido llamado *electro recepción activa* que les permite orientarse, defenderse, atacar y comunicarse con los de su especie. Consta de un generador y un receptor: el primero es un órgano ubicado en el tórax, o cerca de la cola, que emite de forma intermitente descargas eléctricas hacia el medio ambiente creando un campo eléctrico; el segundo, percibe a través de múltiples electro receptores colocados tanto en la piel como en la cabeza las corrientes generadas por otros peces de la misma especie y las distorsiones del campo eléctrico ocasionadas por un objeto cercano. Funciona como un sensor.
- La electro recepción tiene, al igual que la propagación de impulsos nerviosos, un origen molecular. Tales moléculas, mejor conocidas como *canales iónicos*, son proteínas que permiten o inhiben el flujo de corrientes eléctricas en la membrana celular. Los canales iónicos son estimulados (para abrirse o cerrarse) por neurotransmisores como la *acetilcolina*.

Se dice que las descargas eléctricas que recibían los pescadores egipcios provocaba que soltaran la red al tener contacto con uno de estos peces.

Tiempo después, muchas culturas atribuyeron a los fenómenos eléctricos la acción de los dioses. Por ejemplo, los griegos pensaron que los rayos eran lanzados por el dios Zeus. Los vikingos suponían que eran provocados por el dios Thor, cuando golpeaba un yunque con un martillo; ya que los herreros al trabajar con los metales, observaban que salían “chispas” y esto dio pie a que este fenómeno se relacionara con el relámpago. Los incas, en cambio, creían que el rayo era una de las formas en que se comunicaban la divinidad de la tierra (Pachamama) y la divinidad del mundo de arriba (Wiraqocha). Además del rayo, en la antigüedad observaron también otras formas de la electricidad, pero seguramente sin saber de qué se trataba.

Uno de los materiales que fue objeto de interés para algunos intelectuales de otras tierras fue el ámbar. El ámbar es una sustancia dura, liviana y quebradiza. Se forma de una resina vegetal residual de algunos árboles que data de hace 25 a 40 millones de años y que

con el tiempo sufrió un proceso de fosilización formando masas irregulares y extensas dentro de los estratos de arenisca y pizarras arcillosas de la edad terciaria. El primer lugar que se tiene registrado como fuente original del ámbar es la región del Mar Báltico y la pieza de ámbar más antigua trabajada por el hombre data de hace 30 mil años y se encontró en Hannover, Alemania.

Los árboles producían la resina como una protección contra enfermedades e infestaciones de insectos, cuando la corteza de un árbol era herida debido a rotura o a un ataque por escarabajos de madera u otros insectos o por otras razones. Después de exudar al exterior, la resina se endurecía en sedimentos húmedos tal como la arcilla y arena que se formaban al fondo de lagunas o deltas de río y se conservaba en la costra de la tierra por milenios. El ámbar no es un mineral ya que su origen es orgánico y su estructura es amorfa. Su composición varía dependiendo del árbol del que proviene, aunque todos tienen terpenos o compuestos que son comunes en las resinas endurecidas. Los griegos se percataron de sus propiedades eléctricas producidas al rozar ámbar con otros objetos.

Es conocida la historia que le atribuye al filósofo griego Tales de Mileto (640-624 a 548-545) por haber sido “el primero en descubrir que si se frota un trozo de ámbar con una piel de animal, éste adquiriría la propiedad de atraer objetos más livianos, como hojas secas y virutas de madera; y aunque no llegó a definir que era debido a la distribución de cargas, si creía que la electricidad residía en el objeto frotado.”

Según algunos griegos que vivieron después de Tales de Mileto, la atracción de objetos livianos con el ámbar fue explicada por él de la manera siguiente: Aristóteles (384-322/323) escribió: “Parece que también Tales, según comentan, supuso que el alma era algo que mueve, si realmente dijo que la piedra (magnética) tiene alma porque mueve al hierro.” Por su parte, Escipias le dijo a Platón (427-347): “También dice que, en cierto modo, las cosas inanimadas tienen alma, a partir de la observación del imán y del ámbar.” Finalmente, Diógenes Laercio (siglo III de nuestra era) afirmó: “Aristóteles e Hippias dicen que (Tales) hizo partícipes de alma a las cosas inanimadas, demostrándolo a partir de la piedra del imán y del ámbar.” (Para Aristóteles el alma es el intelecto vivo, divino, responsable del movimiento de los cuerpos y detrás de ella debería existir una fuente inmóvil).

Actualmente interpretamos de otra manera lo que Tales de Mileto concibió, según sus compatriotas, como el ‘alma de las cosas inanimadas’. El hecho de que el ámbar, una resina vegetal fósil producida por algunos árboles atrajera objetos livianos al ser frotada, podemos explicarlo por la electricidad estática, que es aquella que aparece en un cuerpo cuando existen en él cargas eléctricas en reposo.

El asunto no acaba en Tales de Mileto pues casi doscientos años después de su muerte Teofrasto de Ereso (372-287), quién se ocupó entre otras cosas del estudio de las plantas, las piedras, el fuego, el viento, los meteoros y los animales, siguiendo las doctrinas de Aristóteles, constató en un libro pequeño dedicado a las rocas (*Libellus de lapidibus*), y que forma parte de la *Theophrasti Eressii Opera*, que algunas de ellas, como el ámbar, atraían otros materiales.

La evolución de la electrostática fue muy lenta en sus primeras etapas. Habrían de pasar muchos siglos, hasta que por el siglo XVI, William Gilbert, médico y físico inglés, hiciera una serie de actividades experimentales donde observaba, entre otras cosas, que una amplia variedad de materiales atraían cuerpos ligeros cuando eran frotados, a los que llamó *eléctricos* y a los que no presentaban estas propiedades cuando eran frotados los llamó *no eléctricos*. William Gilbert fue el primero en utilizar el término electricidad que tuvo su origen en la palabra griega *ἤλεκτρον*, *electrum* en latín, en árabe ‘*anbar*’ y en español *ámbar*. También comenzó a utilizar términos como *energía eléctrica*, ‘*atracción eléctrica*’, *electricidad* y *eléctrico*. En consecuencia, Tales de Mileto no pudo haber creído que “la electricidad residía en el cuerpo frotado” puesto que dicho concepto no existía en su época.

Hacia la mitad del siglo XVIII, Benjamín Franklin, explicó la naturaleza eléctrica de los rayos. Su mayor contribución fue la de proponer que la electricidad es un fluido que existe en la materia, es decir, la electricidad no se crea ni se destruye: cuando dos cuerpos son frotados, uno adquiere un exceso de electricidad y el otro una deficiencia, pero la cantidad de electricidad es constante.

Después de Benjamín Franklin, el conocimiento acerca de los fenómenos eléctricos y electrostáticos se amplió de forma rápida. Sin embargo, no es sino hasta finales del siglo XIX y principios del siglo XX que, como resultado de las observaciones de los componentes fundamentales de la materia, se enriquece la explicación de los fenómenos relacionados con la carga eléctrica.

5.3 Electrones, Protones y las Cargas Eléctricas

Los electrones fueron considerados como partícula atómica en 1879 por el físico Inglés Joseph John Thomson (1856-1940) cuando observó que los rayos catódicos estaban constituidos de partículas atómicas de carga negativas las cuales llamó "Corpúsculos" y hoy en día los conocemos como *electrones*. Pero para confirmar la existencia del electrón era necesario medir sus propiedades, en particular su carga eléctrica.

Robert Millikan, en 1906, realizó su experimento de "la gota de aceite", donde pudo determinar la carga del electrón. Para lograrlo, observó el curso de diminutas gotitas de aceite que caían a través del aire situado entre dos placas metálicas cargadas eléctricamente. Al moverse a través del aire, las gotitas adquirían cargas eléctricas que Millikan medía comparando la fuerza eléctrica ejercida hacia arriba por las placas con el peso hacia debajo de cada gotita. De esta manera, pudo calcular la carga de un solo electrón. Ajustando convenientemente la magnitud del campo eléctrico, puede lograrse que la gota permanezca en suspensión. Conociendo el valor de la masa de la gota, la intensidad del campo eléctrico y el valor de la gravedad, puede calcularse la carga de la gota en equilibrio:

$$mg = qE$$

Millikan propuso que los valores de las cargas eran siempre múltiplos de una carga elemental, la del electrón. Por consiguiente pudo medir la carga eléctrica que posee un electrón. Este valor es: $e = 1,602 \times 10^{-19}$ culombios.

En el Sistema Internacional de Unidades la unidad de carga eléctrica se denomina culombio (C). Se define como la cantidad de carga que pasa por una sección en 1 segundo cuando la corriente eléctrica es de 1 amperio, y se corresponde con la carga de $6,24 \times 10^{18}$ electrones aproximadamente.

El Físico Alemán Otto von Guericke (1602-1686) desarrolló en 1672 la primera máquina electrostática para producir cargas eléctricas. Máquina que consistió de una esfera de azufre torneada, con una manija a través de la cual, la carga es inducida al posar la mano sobre la esfera.

Para entender mejor el comportamiento eléctrico de los cuerpos, es necesario analizar las partículas elementales de los átomos: los protones y los electrones. Los protones (presentan carga eléctrica positiva +1 o +e) junto con los neutrones forman el núcleo del átomo, y los electrones que se encuentran orbitando alrededor de este núcleo

(presentan la carga eléctrica opuesta, es decir, negativa -1 también notada $-e$), los quarks tienen carga fraccionaria $\pm 1/3$ o $\pm 2/3$; hasta ahora los quarks no han sido observado como partículas libres, aunque existen evidencias para confirmar su existencia. Los átomos son neutros (es decir, no presentan carga eléctrica neta), ya que su número de protones es igual al número de electrones.

Para observar cualitativamente la presencia de cargas eléctricas en un cuerpo, se utiliza un electroscopio. El electroscopio está compuesto por dos láminas de metal muy finas, colgadas de un soporte metálico en el interior de un recipiente de vidrio u otro material no conductor. Una esfera recoge las cargas eléctricas del cuerpo cargado que se quiere observar; las cargas, positivas o negativas, pasan a través del soporte metálico y llegan a ambas láminas. Al ser iguales, las cargas se repelen y las láminas se separan. La distancia entre éstas depende de la cantidad de carga.

5.3.1 Carga Eléctrica Positiva y Negativa

El Francés Francois de Cisternay Du Fay (1698-1739), sin tener una formación científica, pronto destacó en sus experimentos sobre la electricidad al enterarse de los trabajos de Stephen Gray; dedicó su vida al estudio de los fenómenos eléctricos. Entre otros muchos experimentos, observó que una lámina de oro siempre era repelida por una barra de vidrio electrificada. Publicó sus trabajos en 1733 siendo el primero en identificar la existencia de dos tipos de cargas eléctricas que él denominó carga vitria y carga resinosa, debido a que ambas se manifestaban: de una forma al frotar, con un paño de seda, el vidrio y de forma distinta al frotar, con una piel, algunas substancias resinosa como el ámbar o la goma.

Benjamín Franklin, de acuerdo a su hipótesis según la cual la electricidad era un fluido único existente en toda materia, calificó a las substancias en eléctricamente positivas y eléctricamente negativas, de acuerdo con el exceso o defecto de ese fluido y a partir de la observación del comportamiento de las varillas de ámbar, o del conductor eléctrico, entre otros.

Como todos los cuerpos están formados por átomos, poseen cargas eléctricas; sin embargo no lo notamos porque estas cargas están *equilibradas*. Las propiedades eléctricas se presentan en un cuerpo cuando sus cargas están *desequilibradas*; es decir, cuando hay un mayor (o menor) número de electrones que de protones. Cuando frotamos la regla, el peine

o el globo con otro material, lo que estamos provocando es un desprendimiento de electrones que pasan de un cuerpo a otro (provocando un desequilibrio de cargas en ambos cuerpos). En algunos materiales, los electrones se desprenden fácilmente por frotamiento debido a que se encuentran muy lejos del núcleo y la atracción que ejerce éste es muy débil.

A continuación se muestra una lista en la que se ordenan los materiales de acuerdo a la carga que adquieren cuando se frota o se separan de otros a los que estaban unidos. A esta lista se llama serie triboeléctrica; la palabra *triboelectricidad* (del griego: tribo = frotar) alude, justamente, a la electrificación por frotamiento:

SERIE TRIBOELÉCTRICA
<i>Materiales que se cargan positivamente</i>
asbesto
pelo de conejo
vidrio
cabello
Nylon
Lana
Seda
papel (ligeramente positivo)
algodón (prácticamente no se carga)
acero (prácticamente no se carga)
madera (ligeramente negativo)
Ámbar
Acrílico
goma sintética
Poliéster
Poliuretano
Polietileno
Polipropileno
Cloruro de Polivinilo (PVC)
Teflón
goma de silicona
<i>Materiales que se cargan negativamente</i>

Tabla 3. Serie Triboeléctrica. Tomado de <http://focuslab.lfp.uba.ar/public/VandeGraaff>.

Cuanto más arriba de la serie triboeléctrica figura un material, mayor es la facilidad que éste tiene para ceder electrones. Análogamente, los materiales que figuran más abajo, son los que mayor afinidad tienen por los electrones. El vidrio, por ejemplo, se carga positivamente cuando se lo frota con seda o con lana (y consecuentemente, en este caso, éstas se cargan negativamente). Tanto la seda como la lana se cargan, en cambio, positivamente, cuando frotan acrílico (y éste se carga, en este caso, negativamente).

El tipo de carga que adquiere un determinado material no es entonces una propiedad exclusiva del mismo, sino que depende también del material del que lo separe. Para poner fácilmente de manifiesto fenómenos de electrización por frotamiento conviene entonces, elegir materiales que en la serie triboeléctrica estén entre sí lo más separados posible. Existen materiales, tales como el algodón y el acero, que tienen escasa tendencia a intercambiar por frotamiento electrones con otros. Por este motivo, es preferible evitarlos en una primera demostración de la existencia de la electrización por frotamiento.

5.3.2 Atracción y Repulsión de Cargas Eléctricas

Cuando frotamos un peine de plástico contra nuestro cabello, se constata que el peine ha adquirido una nueva propiedad, al ser capaz de atraer pedacitos de papel. Se dice que los materiales que se comportan como el peine, al ser frotados, están electrizados o cargados eléctricamente, lo que significa que se comportan como el ámbar.

De acuerdo con lo anterior, el cargar eléctricamente a los objetos es una propiedad que poseen cuando, al ser frotados, son capaces de atraer objetos livianos. Dos cuerpos cargados eléctricamente se atraen o se repelen dependiendo de su carga: Si están electrizados por la misma carga se repelen, si están electrizados por diferentes cargas se atraen.

Se ha encontrado que, en todos los procesos observados en la naturaleza, la carga total de un sistema aislado permanece constante. Es decir, la carga no se crea ni se destruye, sólo cambia de lugar. Este hecho se le conoce como *principio de conservación de la carga*. De manera que si, al frotar el cabello con el peine, éste adquiere una carga negativa, el cabello adquiere una carga positiva de igual valor que la del peine. Es decir, si la carga total antes de frotarse peine y cabello era cero, después de frotarse la suma de cargas de ambos cuerpos también será cero. Pueden aparecer cargas eléctricas donde antes no había, pero

siempre lo harán de modo que la carga total del sistema permanezca constante. Además esta conservación es local, ocurre en cualquier región del espacio por pequeña que sea.

5.4 Formas de electrizar a un cuerpo

Las formas de cargar eléctricamente un cuerpo son básicamente tres: por frotamiento, por inducción y por contacto.

Electrización por Frotamiento

La carga por frotamiento es la que se puede producir al frotar un objeto con otro. Mediante el frotamiento de un cuerpo con otro, desprendemos los electrones de aquel material al que se encuentran más débilmente atraídos, de manera que éste queda cargado positivamente y el otro negativamente.

También los cuerpos electrizados por frotamiento producen pequeñas chispas eléctricas, como sucede cuando después de caminar por una alfombra se toca un objeto metálico, a otra persona, o bien al quitarse el suéter o una prenda hecha de lana. Si el cuarto es oscuro, las chispas se verán, además de oírse. Estos fenómenos se presentan en climas secos o cuando el aire está seco, ya que las cargas eléctricas se escapan si el aire está húmedo.

Electrización por inducción

Este se presenta cuando un cuerpo se carga eléctricamente al acercarse, sin llegar a tocarse, con otro ya electrizado. Cuando un objeto se acerca a otro que no lo está, la carga eléctrica actúa sobre el objeto no cargado, haciendo que sus cargas se polaricen, es decir, que se altere su distribución, separándose las cargas positivas de las negativas. Si el objeto cargado se retira del objeto que se ha polarizado, las cargas vuelven nuevamente a repartirse dejando al objeto neutro. La polarización separa a las cargas pero no deja cargado al objeto polarizado.

También la polarización permite explicar por qué un objeto que está eléctricamente neutro, interacciona con un objeto cargado.

Electrización por contacto

Este fenómeno de electrización se origina cuando un cuerpo saturado de electrones cede algunos a otro con el que tiene contacto. Pero si un cuerpo carente de electrones, o con carga positiva, se une con otro, atraerá parte de los electrones de dicho cuerpo.

Lo único que hay que hacer es poner en contacto un objeto cargado con otro no cargado para que las cargas ‘*salten*’ de uno a otro. Esto es lo que sucede cuando saludas a alguna persona y te da un ‘*toque*’.

5.5 Descarga Eléctrica

En 1746, se desarrolla lo que daría paso al *Condensador Eléctrico*, la botella de *Leiden* por Pieter Van Musschenbroeck (1692-1761), que trabajaba en la Universidad de Leiden, quien efectuó una experiencia para comprobar si una botella llena de agua podía almacenar electricidad estática. Esta botella consistía en un recipiente con un tapón al cual se le atraviesa una varilla metálica sumergida en el líquido. La varilla tiene una forma de gancho en la parte superior al cual se le acerca un conductor cargado eléctricamente. Durante la experiencia un asistente separó el conductor y recibió una fuerte descarga al aproximar su mano a la varilla.

Un año más tarde el británico William Watson, descubrió que aumentaba la descarga si la envolvía con una capa de estaño. Siguiendo los nuevos descubrimientos, Jean Antoine Nollet tuvo la idea de reemplazar el líquido por hojas de estaño, quedando de entonces esta configuración de la botella que se utiliza actualmente para experimentos. Watson pudo transmitir una descarga eléctrica de manera espectacular produciendo una chispa eléctrica desde una botella de Leyden a un cable metálico que atravesaba el río Támesis en 1747. Las botellas de Leyden eran utilizadas en demostraciones públicas sobre el poder de la electricidad. En ellas se producían descargas eléctricas capaces de matar pequeños ratones y pájaros.

La botella de Leyden es un dispositivo que permite almacenar cargas eléctricas comportándose como un condensador o capacitor. La varilla metálica y las hojas de estaño conforman la armadura interna. La armadura externa esta constituida por la capa que cubre la botella. La misma botella actúa como un material dieléctrico (aislante) entre las dos capas del condensador. El nombre de condensador proviene de las ideas del siglo XIX

sobre la naturaleza de la carga eléctrica que asimilaban ésta a un fluido que podía almacenarse tras su condensación en un dispositivo adecuado como la botella de Leyden. Este es el principio por el cual, si un rayo cae por diferencia de potencial en un avión, este no sufrirá en su interior ningún tipo de descarga ni alteración eléctrica.

Posteriormente, Benjamín Franklin defendió la hipótesis de que las tormentas son un fenómeno eléctrico (y por lo tanto actuaban como una descarga eléctrica) y propuso una forma para demostrarlo. En 1752 lleva a cabo en Filadelfia su famoso experimento con la cometa: ató una cometa con esqueleto de metal a un hilo de seda, en cuyo extremo llevaba una llave también metálica. Haciéndola volar un día de tormenta, confirmó que la llave se cargaba de electricidad, demostrando así que las nubes están cargadas de electricidad y los rayos son descargas eléctricas. Gracias a este experimento creó su más famoso invento, el pararrayos.

Como se mencionó anteriormente, una forma de cargar eléctricamente a un cuerpo es por inducción, y en las tormentas se tiene una polarización en las nubes. En este caso, en la parte superior de la nube se encuentran las cargas positivas y en la inferior las negativas. La superficie de la tierra presenta carga positiva. Esto favorece que cuando la carga es suficientemente grande se produzca un rayo que implica una descarga eléctrica.

Estos fenómenos se producen por los *cumulunimbus*, nubes que se desarrollan cuando la atmósfera está inestable. Se entiende por atmósfera inestable aquella situación en la que se producen importantes movimientos del aire en sentido vertical. Esto pasa cuando el aire es más frío de lo habitual en la parte más alta de la troposfera, lo que suele ocurrir cuando pasa un frente frío o bien en situaciones de bajas presiones.

La formación de la tormenta se desarrolla según el siguiente proceso:

- El calentamiento de la tierra origina una corriente de aire ascendente. Este aire se enfría progresivamente hasta condensarse hasta la formación de pequeños *cumulus*. A diferencia de las situaciones de buen tiempo, la corriente ascendente no se para y la nube crece rápidamente en sentido vertical.
- El *cumulus* continúa creciendo en sentido vertical y está a punto de convertirse en una nube de tormenta. Las cargas eléctricas que se han ido generando comienzan a ordenarse (se polarizan) dentro de la nube: la parte superior será positiva y la inferior negativa. Además, se comienzan a formar dentro de la nube grandes

gotas o partículas de granizo. La fuerte corriente ascendente los mantiene en suspensión.

- El *cumulus* se ha transformado ya en un *cumulunimbus* que puede llegar a tener hasta 10 km de altura. En su parte superior la temperatura puede ser muy baja (-20°C o -30°C). Esto favorece una intensa sobresaturación del aire que origina una gran cantidad de gotas de lluvia o de granizo, algunas de las cuales caeran en forma de precipitación.
- La nube de tormenta se desgasta al desaparecer la corriente ascendente que la alimentaba. La tierra ya se ha enfriado y fuertes corrientes descendentes de viento provocan chubascos de gran intensidad que acaban por deshacer la nube. La tormenta ha acabado y algunas capas de cirrus o *cirrostratus* serán los únicos restos de este extraordinario fenómeno de la naturaleza.

Las tormentas formadas por convección o por un frente frío suelen tener una duración corta ya que, como hemos visto, cuando la tierra se enfría la tormenta se acaba. En cambio, las depresiones también pueden formar tormentas cuya duración suele ser más larga ya que se acostumbran a formar numerosos *cumulunimbus*.

Los relámpagos caen con más frecuencia en África Central, allí uno encuentra tormentas eléctricas durante todo el año, estas tormentas son el resultado de patrones climáticos, debido a el flujo de aire desde el Océano Atlántico, y la contribución de las áreas montañosas.

En el hemisferio norte, por ejemplo, la mayoría de los relámpagos se produce durante los meses de verano. Pero en las regiones ecuatoriales, éstos son más frecuentes durante el otoño y la primavera. Mientras tanto, áreas como el Ártico o la Antártida tienen muy pocas tormentas eléctricas y, por lo tanto, casi ningún relámpago.

5.6 Un invento basado en la electrostática

Hasta la década de los 40, hacer la copia de un documento o dibujo era una tarea laboriosa y, en ocasiones, difícil. Un método era sacarle una fotografía (que era muy caro); otro método era ‘picar’ un *esténcil* para sacar copias entintadas con un aparato que todavía se usa por ser barato) llamado *mimeógrafo*.

Las fotocopadoras modernas no usan tinta líquida y funcionan aprovechando la electrostática. Sacan hasta 135 copias por minuto y hacen ampliaciones y reducciones del original. Las copadoras electrostáticas o fotocopadoras de hoy son descendientes de una máquina inventada en Nueva York, en 1938, por el físico estadounidense Chester Carlson, quien llamó a este proceso *xerografía*, que en griego significa *escritura en seco*.

6. MARCO CONTEXTUAL

6.1 Planes y Programas de Educación Secundaria

En los programas de estudio 2006 de Educación básica en el nivel secundaria se plantean los propósitos de la asignatura de Ciencias II, los cuales contiene, entre sus elementos conceptuales a revisar, el de electrostática (SEB/SEP, 2006):

Fortalecer habilidades, valores, actitudes y conceptos básicos que les permitan:

- Avanzar en la comprensión de las formas y recursos tanto explicativos como argumentativos que tiene la ciencia acerca de la naturaleza.
- Continuar con el desarrollo de sus estructuras conceptuales que favorezcan una mejor comprensión de los conceptos, procesos, principios y lógicas explicativas de la física y su aplicación a diversos fenómenos naturales que sean cotidiana y cognitivamente cercanos.
- Adquirir una visión integral del conocimiento físico y su interacción con la tecnología, que les permita aplicarlo a situaciones que se presentan en diferentes contextos relacionados con la ciencia y su entorno cotidiano.

Para que se logren cumplir estos propósitos, se proponen contenidos conceptuales y de desarrollo cognitivo cinco bloques y en el segundo de éstos se encuentra ubicado el tema de electrostática (Ver Tabla 4):

BLOQUE	PROPOSITO	TEMAS
II. Las fuerzas Las explicaciones de los cambios.	En este bloque se propone avanzar en el desarrollo de las habilidades del pensamiento científico vinculadas con el análisis y la explicación causal de los cambios físicos, particularmente de aquellos estudiados en el bloque anterior [movimiento]. Para ello se hace uso de la idea de fuerza, de distinta naturaleza, para analizar las interacciones entre objetos y se asocian con las causas que producen cambios; después se introduce la idea de energía. Este último es uno de los conceptos que contribuirán a dar al alumno una visión integral de la Física, desde el punto de vista de la configuración de los sistemas físicos.	<ol style="list-style-type: none"> 1.El cambio como resultado de las interacciones entre objetos. 2. Una explicación del cambio: la idea de fuerza. 3. La energía: una idea fructífera alternativa a la fuerza. 4. Las interacciones eléctrica y magnética. 5. Proyecto: investigar: imaginar, diseñar y experimentar para explicar o innovar

Tabla 4. Tomado de SEB/SEP (2006). *Educación Básica. Secundaria. Ciencias. Programas de estudio 2006.* México, D. F.: SEP

El tema 4, “Las interacciones Eléctrica y Magnética” se subdivide en un subtema, en el cual solamente se tomaron en cuenta los siguientes contenidos para la estrategia didáctica (Ver Tabla 5):

4.1 ¿Como por acto de magia? Los efectos de las cargas eléctricas
Experiencias alrededor de fenómenos electrostáticos. El relámpago.
Formas de cargar eléctricamente los objetos.
Interacción entre cargas eléctricas.

Tabla 5. Tomado de SEB/SEP (2006). *Educación Básica. Secundaria. Ciencias. Programas de estudio 2006.*

Los aprendizajes esperados por el alumno en el tema cuatro, según lo señala el programa de estudio 2006 Ciencias II (SEB/SEP, 2006), y que solamente se consideraron para la estrategia didáctica son los siguientes:

- Identifica las interacciones entre cargas eléctricas y las relaciona con la idea de fuerza a partir de experimentos.
- Relaciona el relámpago con la acumulación de carga eléctrica y la aplicación de este fenómeno en el funcionamiento de los pararrayos.

- Compara y explica formas distintas de cargar eléctricamente objetos.
- Relaciona las fuerzas de repulsión de cargas eléctricas con los dos tipos de cargas existentes.
- Diseña o construye algún instrumento sencillo para detectar la carga eléctrica y explica su funcionamiento.

Como lo señala el mismo programa de estudio, en forma de comentarios y sugerencias didácticas, este tema del bloque II es un primer acercamiento al estudio de la electricidad, desde una perspectiva macroscópica, dirigida a la descripción de las manifestaciones eléctricas, así como a la identificación de las interacciones que las producen.

6.2 Implicaciones Didácticas.

De acuerdo a las investigaciones de Criado y Cañal (2002) son diversos los obstáculos para aprender conceptos elementales de electrostática. Algunos de ellos pueden ser una enseñanza deficiente y por otro lado el aprendizaje de los alumnos, en el que se presentan obstáculos de origen conceptual ya sea por la complejidad de los mismos conceptos o por la interacción de los contenidos con el pensamiento del alumno.

Según estos autores, la atracción y repulsión entre materiales de plástico y que los alumnos pueden percibir en su vida cotidiana, estos son fenómenos que llaman su atención pero que sólo pueden describir. “A partir de ahí se puede llegar en la enseñanza de concepciones con diferente nivel de profundización, por ejemplo interpretando esta electrización como resultado del contacto intenso entre dos objetos que estaban inicialmente neutros, mediante el paso de cargas eléctricas negativas de uno a otro”. (Criado y Cañal, 2002; p. 56)

Para Criado y Cañal (2002) existe un nivel de arraigo de las ideas anteriores: en las de menor dificultad tenemos las explicaciones sobre las *‘atracciones entre cuerpos cargados’* y el concepto de *‘neutro’*; las que se encuentran en una situación intermedia serían las *‘repulsiones’* y el significado de *‘cargado’*, y las de mayor dificultad se encuentran las interpretaciones de *‘la inducción’* y de *‘la electrización de metales’*.

Otro de los obstáculos para la enseñanza y aprendizaje de electrostática que Criado y Cañal (2002) mencionan son los originados por los libros de texto. Comúnmente podemos encontrar las siguientes deficiencias:

- Casi siempre se mencionan ejemplos de electrización por frotamiento y no a otros en donde la electrización ocurre por simple contacto, es decir, no se tiene en cuenta que en el primer caso se sugieren más imágenes mentales inadecuadas que en el segundo caso. Se omiten otros ejemplos cotidianos de electrificaciones como los que ocurren al manejar materiales de plástico como el plástico para envolver en la cocina, bolsas de basura, papel celofán, algunas prendas de vestir, etc.)
- Los libros de texto sugieren comenzar el tema con la clásica experiencia de un objeto frotado que atrae objetos livianos, pero luego no se retoma el fenómeno para interpretarlo por lo que se cae en el punto anterior.
- Aunque en ocasiones aparezcan imágenes de relámpagos no se aporta un esquema elemental que explique cómo se originan de manera que los alumnos no son capaces de evocar este fenómeno en el futuro como un fenómeno electrostático.
- Se omiten ejemplos de experiencias de electrización de metales, contribuyendo al origen de ideas inadecuadas sobre características de los mismos ante procesos electrostáticos.

Con todo esto se pretende esclarecer el propósito y desarrollo de las actividades de aprendizaje, diseñadas para la estrategia didáctica propuesta y puesta en práctica.

6. 3 Desafíos enseñanza y aprendizaje

Para el diseño de la estrategia didáctica, se retomaron los aspectos antes mencionados en el apartado 6.1 y 6.2, puesto que se relacionan las expectativas del programa con las investigaciones realizadas por Criado y Cañal (2002).

La enseñanza de los contenidos a nivel secundaria se convierte en un problema cuando los profesores nos percatamos de que los alumnos presentan errores en cuestiones teóricas que no solamente debe ser la mera repetición de dicha teoría, sino la aplicación creativa de los conocimientos (Furió y Guisasola, 1999).

También los especialistas mencionan que los conceptos implicados en este trabajo, que es el de electrostática, son de alta demanda cognitiva y debe ser un prerrequisito necesario y de clara comprensión para el estudiante si éstos deben adquirir una visión científica de los fenómenos electromagnéticos (Furió y Guisasola, 1999; Chabay y Sherwood, 1995).

Las deficiencias en la enseñanza trae como consecuencia un mal aprendizaje de estos contenidos, por la complejidad misma de dichos conceptos, por la interacción de ese conocimiento y el pensamiento de los alumnos y por la utilización de materiales y textos con deficiencias conceptuales (Criado y Cañal, 2002).

Es por ello que en este trabajo se realiza un diseño y aplicación de una estrategia de intervención pedagógica retomando lo ya dicho en los capítulos del 1 al 6 para impulsar la superación de dichos obstáculos en el proceso de enseñanza y aprendizaje.

7. ESTRATEGIA DIDÁCTICA

En este capítulo se detalla la conformación de una estrategia didáctica que, aplicada a un grupo de alumnos de segundo grado de secundaria, pueda dar cuenta de las bondades de recurrir a enfoques como el constructivismo para favorecer el aprendizaje de las ciencias.

7.1 Criterios para desarrollar la estrategia didáctica

Los criterios que se tomaron en cuenta para el diseño de la estrategia didáctica se basan en los propuestos por la página Web <http://ideasprevias.cinstrum.unam.mx:2048/estrategia.htm> Estos criterios servirán para saber cómo proceder respecto a una propuesta de intervención pedagógica, como en este caso.

De esta manera, los criterios teóricos para el diseño de la estrategia didáctica consisten en:

- Sustentar en una posición teórica el diseño de la estrategia didáctica, que para el presente caso es el de la postura que sugiere S. Vosniadou y colaboradores (1994). En donde se hace mención de una aproximación a la transformación cognitiva al hacer uso del conflicto cognitivo, de analogías y del conocimiento metacognitivo.

Asimismo, los criterios funcionales para el diseño de la estrategia didáctica se basan en:

- Retomar las ideas previas de los estudiantes de bachillerato, reportadas en la literatura para encontrar coincidencias o semejanzas con las que pudieran presentar los alumnos de secundaria a las que va dirigida esta estrategia e implementar esta transformación.
- Desarrollar fases: una de inicio, una fase de desarrollo y finalmente una fase de cierre, que permiten nuclear, de acuerdo al propósito de cada una, series de actividades de aprendizaje, para darles una estructura.
- Evaluar el aprendizaje de los alumnos, para verificar si se llevó a cabo la transformación de las ideas de los estudiantes o no, así como la estrategia en su conjunto.
- Obtener evidencias de la estrategia en sus distintas fases.

Y los criterios prácticos para el diseño de la estrategia didáctica deben:

- Desarrollar la intervención en condiciones “normales” de clase, es decir, no requerir de dispositivos difíciles de construir o de materiales y/o sustancias difíciles de conseguir para el docente o por los alumnos.

- Basarse en el Tema 4 del Programa de Estudio 2006, Ciencias II, para asegurar un anclaje con dicho programa vigente para el nivel secundaria.

7.2 Propósito de la Estrategia Didáctica

Como se ha mencionado anteriormente, y refiriéndose a lo que señala la página Web <http://ideasprevias.cinstrum.unam.mx:2048/preconceptos.htm>, una de las metas educativas es la transformación de las ideas previas de los alumnos: “la investigación sobre ideas previas estableció la necesidad de modificar estas ideas como medio para lograr un mejor aprendizaje de los conceptos científicos”. También se menciona que esta transformación de ideas previas se da en el salón de clases y/o en el laboratorio escolar, por lo que ha surgido la necesidad de diseñar diversas estrategias de enseñanza.

Por lo tanto el propósito de diseñar una estrategia pedagógica, será el de modificar las ideas de los alumnos de secundaria sobre algunos conceptos de electrostática. Ya que los trabajos de investigación reportados en la literatura han sido escasos a nivel secundaria, y además nos muestran las dificultades de aprendizaje que tienen los alumnos acerca de este tema (Guisasola & Furió, 1994, 1998 y 1999; Criado y Cañal, 2002).

7.3 Estructura de la Estrategia Didáctica

7.3.1 Fase de Inicio

En esta fase de inicio se identifican las ideas previas de los estudiantes con un examen diagnóstico y se buscan semejanzas con las reportadas en la literatura. Para ello, se destina una sesión y se verifican durante toda la estrategia.

7.3.2 Fase de Desarrollo

En esta fase se describe el proceso medular de la estrategia didáctica, donde los estudiantes realizarán una serie de actividades, principalmente experimentales que permitan la transformación de sus ideas. Para ello, se tomará en cuenta la propuesta del cambio conceptual de que sugiere S. Vosniadou y colaboradores (1994), porque se propicia al uso del conflicto cognitivo que posibilita la confrontación de las ideas de los alumnos, de analogías y del conocimiento metacognitivo.

Esta estrategia toma en cuenta el tema que debe cubrirse (Tema 4 del programa de estudio 2006, Ciencias II). La fase de desarrollo se realiza en 7 sesiones.

7.3.3 Fase de Cierre

En la fase de cierre se evalúa el aprendizaje de los alumnos, es decir, si se lleva a cabo la transformación esperada de las ideas de los estudiantes. Para ello, diseñé y apliqué un instrumento que nos muestra evidencias de esta transformación. Esta fase se planeó para una sesión.

El diseño de la estrategia didáctica se resume en el siguiente cuadro y se muestran los criterios utilizados para el diseño de la estrategia. Ya que indican cómo se procede respecto a una propuesta de intervención pedagógica.

Los criterios para el diseño de la estrategia didáctica deben:	Fase	Propósitos	Actividades	Núm. de Sesiones
Basarse en una perspectiva constructivista	Todas	Que el alumno construya su propio conocimiento	Propiciar la construcción del conocimiento en el alumno	Todas
Retomar las ideas previas reportadas en la literatura.	Inicio	Identificar las ideas previas de los estudiantes y buscar semejanzas o coincidencias con las que pudieran presentar los alumnos de secundaria a las que va dirigida esta estrategia.	Examen diagnóstico	1
		Monitorear las ideas previas de los estudiantes.		Todas
Incorporar la visión del Cambio Conceptual que sugiere S. Vosniadou y colaboradores.	Desarrollo	Recurrir a un modelo propuesto por especialistas para la transformación de ideas previas en los estudiantes.	Evocar, identificar, discutir y evaluar las ideas previas de los estudiantes sobre los fenómenos electrostáticos.	5
Hacer uso del conflicto cognitivo, analogías y del conocimiento metacognitivo.		Realizar una serie de actividades, principalmente experimentales que propicien el conflicto cognitivo.	Experimentación con algunos fenómenos electrostáticos.	
		Diseñar actividades donde se recurra al uso de analogías y del conocimiento metacognitivo.	Descripción de algunos fenómenos electrostáticos y la naturaleza de los mismos.	

Los criterios para el diseño de la estrategia didáctica deben:	Fase	Propósitos	Actividades	Núm. de Sesiones
Desarrollar la estrategia en condiciones “normales” de clase.	Desarrollo	Diseñar actividades donde se utilicen materiales y/o sustancias fáciles de conseguir para el docente o por los alumnos, para asegurar en lo posible su replicabilidad en el aula por el docente que así lo decida.	Experimentación con algunos fenómenos electrostáticos utilizando material casero.	5
Circunscribir el tratamiento temático señalado en el tema 4 del Programa de Estudio 2006, Ciencias II.		Dar cuenta de los aprendizajes esperados.	Identificar las interacciones entre cargas eléctricas y relacionarlas con la idea de fuerza a partir de experimentos.	
			Relacionar el relámpago con la acumulación de carga eléctrica y la aplicación de este fenómeno en el funcionamiento de los pararrayos.	
			Comparar y explicar formas distintas de cargar eléctricamente objetos.	
			Relacionar las fuerzas de repulsión de cargas eléctricas con los dos tipos de cargas existentes.	
		Construir algún instrumento sencillo para detectar la carga eléctrica y explicar su funcionamiento.		
Evaluar el aprendizaje de los alumnos.	Cierre	Verificar la transformación de las ideas previas de los estudiantes y dar cuenta de los aprendizajes esperados.	Aplicación del mismo examen de la fase de inicio.	1

Cuadro 1. Aspectos a tomar en cuenta para el diseño de la estrategia de intervención.

De acuerdo al Cuadro 1, se muestran las actividades a realizar para que se dé cumplimiento a lo expuesto anteriormente:

Sesión	Actividad	Finalidad
1	Se informa al grupo la manera de trabajar durante las próximas sesiones.	Que los alumnos conozcan a la profesora, el tema y la forma de trabajo.
	Realizar y aplicar un cuestionario de manera individual a todo el grupo.	Conocer sus ideas previas acerca de los fenómenos electrostáticos
	Evocar las ideas de los estudiantes acerca de algunos fenómenos electrostáticos, por medio de un cuestionario.	Monitorear sus ideas previas a lo largo del desarrollo de la estrategia.
2	En equipos de 3 o 4 integrantes “cargarán eléctricamente” algunos objetos por frotamiento (movimiento de objetos), por inducción (papel bailarín) y por contacto (confetis saltarines).	Generar conflicto Hacer uso de conocimiento metacognitivo Discutir sus ideas previas.
3	Desarrollar por equipos de 3 o 4 integrantes experimentos donde se muestre las fuerzas de repulsión de cargas eléctricas. Detectar los dos tipos de cargas eléctricas (positivas y negativas).	Generar conflicto Hacer uso de su conocimiento metacognitivo.
4	Mediante una lectura, hacer uso de analogías y acceder a una explicación microscópica de los fenómenos electrostáticos.	Hacer uso de analogías
5	Elaborar por parejas un electroscopio y explicar su funcionamiento, por medio de cuestionamientos al observar el comportamiento de dicho dispositivo.	Generar conflicto Hacer uso de analogías Exponer y discutir sus ideas previas
6	Por medio de una lectura, donde se explique cómo se origina una descarga eléctrica (relámpagos), se forman equipos de 3 integrantes, y representa con dibujos lo leído para después discutir los modelos de lo que sucede con las cargas eléctricas de las nubes para comprender cómo se forma un relámpago.	Hacer uso de analogías para caracterizar un modelo. Monitorear sus ideas previas
7	Evaluar las ideas previas de los estudiantes sobre los fenómenos electrostáticos, utilizando los mismos conceptos del examen de la fase de inicio, pero en un contexto diferente.	Verificar la transformación de sus ideas previas

Tabla 7. Actividades y finalidad de las mismas en la estrategia de intervención.

Las actividades por sesión se muestran de la siguiente manera:

Núm. de sesión:	1	
Criterios:	<ul style="list-style-type: none"> • Basarse en una perspectiva constructivista. • Retomar las ideas previas reportadas en la literatura. • Incorporar la visión del Cambio Conceptual que sugiere S. Vosniadou y colaboradores (1994). 	
Fase:	Inicio	
Propósitos:	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar las ideas previas de los estudiantes y buscar semejanzas y coincidencias con la que pudieran presentar los alumnos de secundaria a las que va dirigida esta estrategia. • Recurrir a un modelo propuesto por especialistas para la transformación de ideas previas en los estudiantes, recurriendo al conflicto cognitivo, al uso de analogías y al conocimiento metacognitivo. 	
	Actividades	Recursos
	<p>Informar al grupo la manera de trabajar durante las próximas siete sesiones.</p> <p>Realizar y aplicar un cuestionario (Anexo 1) de manera individual a todo el grupo. Si es necesario, leer las preguntas en voz alta y explicar con más detalle cada pregunta, para que los alumnos contesten sin tener dudas en lo que se les pide en el cuestionario.</p>	Material impreso para cada alumno.
	<p>Evocar algunos fenómenos electrostáticos, presentando <i>el caso de Virginia e Irene</i> (Anexo 2): Leer este caso en voz alta y, de ser necesario, se inflará un globo y tratar de “pegarlo” a la pared sin ‘maskin’ o ‘diurex’. Realizar algunos cuestionamientos a los alumnos para que reflexionen en el caso.</p> <p>Al terminar, anotar las observaciones y posibles explicaciones en su cuaderno en base al Anexo 3. En este caso, también se formulan cuestionamientos como:</p> <p>¿Influye el tamaño o color del globo? ¿Influye el material de la que esta hecha la pared, para que ‘quede pegado’ el globo?</p> <p>También se les pide que realicen un dibujo de lo que pudiera estar sucediendo en los globos que ‘sí se pegan’ y los que ‘no se pegan’ en la pared; todo esto para evocar sus ideas previas acerca de este fenómeno y monitorearlas durante toda la estrategia.</p>	1 globo Pizarrón
		Duración
		30 min
		20 min

Cuadro 2. Actividades para la Sesión 1

Núm. de sesión:	3		
Criterios:	<ul style="list-style-type: none"> • Basarse en una perspectiva constructivista • Incorporar la visión del Cambio Conceptual que sugiere S. Vosniadou y colaboradores (1994). • Hacer uso del conflicto cognitivo. • Desarrollar la estrategia en condiciones “normales” de clase. • Circunscribir el tratamiento temático señalado en el tema 4 del Programa de Estudio 2006, Ciencias II. 		
Fase:	Desarrollo		
Propósitos:	<ul style="list-style-type: none"> • Recurrir a un modelo propuesto por especialistas para la transformación de ideas previas en los estudiantes • Monitorear las ideas previas de los estudiantes. • Realizar una serie de actividades, principalmente experimentales que propicien el conflicto cognitivo. • Diseñar actividades donde se utilicen materiales y/o sustancias fáciles de conseguir para el docente o por los alumnos, para asegurar en lo posible su replicabilidad en el aula por el docente que así lo decida. • Dar cuenta de los aprendizajes esperados. • Observación de los fenómenos electrostáticos a nivel macroscópico. 		
	Actividades	Recursos	Duración
	<p>Detectar cargas eléctricas (positivas y negativas): Se divide al grupo en dos bloques y éstos a su vez en equipos de 3 o 4 integrantes.</p> <p>En el primer bloque, los equipos realizarán el siguiente experimento (Anexo 8): Se frota el tubo de PVC con la lana. También se frota la tira de plástico con la lana fuertemente. Después se acercan ambos objetos frotados. Los alumnos de estos equipos anotarán sus observaciones en base al Anexo 8.</p>	<p>Una parte de una botella de plástico 1 trozo de lana Trozo de tubo de PVC</p>	35 min
	<p>En el segundo bloque, los equipos realizarán el experimento <i>doblando el agua</i> (Anexo 9): Se infla un globo y se anuda. Se frota con un trozo de lana hasta que quede electrizado. A continuación se deja caer un chorrito de agua del grifo y se acerca el globo.</p> <p>Los alumnos de estos equipos anotarán sus observaciones en base al Anexo 9.</p> <p>En caso de no contar con agua del grifo, realizar el siguiente experimento (Anexo 10): Se colocan 2 acetatos sobre la banca y se frotan con la lana. Tomar los dos acetatos por una de sus esquinas y acercarlos del lado donde fueron frotados. Los alumnos de estos equipos anotarán sus observaciones en base al Anexo 10.</p>	<p>1 globo 1 trozo de lana agua del grifo</p> <p>ó</p> <p>1 trozo de lana 2 acetatos</p>	
	<p>Al término de las actividades, realizar una plenaria con los 2 bloques del grupo (Anexo 11), anotando el cuadro en el pizarrón y escribiendo las repuestas de cada equipo. Para ello, se retoma primeramente el caso de frotar el globo con la lana y contestar las preguntas ¿Cuál fue el objeto frotado? ¿Al acercar ambos objetos qué sucedió? ¿A qué se debe que se comporten así? ¿Cómo le llamarías a este fenómeno?. Si es necesario se frota el globo con el cabello o ropa y se acerca a la pared. Después, cada bloque de equipos responderá a las mismas preguntas pero de acuerdo a la actividad experimental que realizaron.</p>	<p>Material impreso o pizarrón</p>	15 min

Cuadro 4. Actividades para la Sesión 3.

Núm. de sesión:	4	
Criterios:	<ul style="list-style-type: none"> • Basarse en una perspectiva constructivista • Incorporar la visión del Cambio Conceptual que sugiere S. Vosniadou y colaboradores (1994). • Hacer uso del conflicto cognitivo, analogías y del conocimiento metacognitivo. • Desarrollar la estrategia en condiciones “normales” de clase. • Circunscribir el tratamiento temático señalado en el tema 4 del Programa de Estudio 2006, Ciencias II. 	
Fase:	Desarrollo	
Propósitos:	<ul style="list-style-type: none"> • Recurrir a un modelo propuesto por especialistas para la transformación de ideas previas en los estudiantes • Monitorear las ideas previas de los estudiantes. • Realizar una serie de actividades, principalmente experimentales que propicien el conflicto cognitivo. • Diseñar actividades donde se recurra al uso de analogías y del conocimiento metacognitivo. • Diseñar actividades donde se utilicen materiales y/o sustancias fáciles de conseguir para el docente o por los alumnos, para asegurar en lo posible su replicabilidad en el aula por el docente que así lo decida. • Dar cuenta de los aprendizajes esperados. • Conocer los fenómenos electrostáticos a nivel microscópico. 	
	Actividades	Recursos
	<p>Tratar de explicar en un pliego de papel bond y por equipos de 4 o 5, con algún dibujo o redacción: ¿qué se imaginan que le hace un trozo de lana a un globo al ser frotado y qué propiedad puede ser para que atraiga a otros materiales?</p> <p>Los pliegos serán pegados en la pared y los alumnos los leerán en voz alta para comparar sus respuestas. En esta actividad se ponen en evidencia las analogías y pensamiento metacognitivo.</p>	<p>Pizarrón Pliegos de Papel bond Marcadores</p>
	<p>Realizar la lectura en voz alta y de forma grupal: “Cargas eléctricas” (Anexo 12).</p> <p>Posterior a la lectura, realizar en un pliego de papel bond, con algún dibujo o redacción, lo que sucede con la franela y un globo al frotarlo para que pueda tener la propiedad de atraer otros materiales.</p> <p>Pegarlos junto con el papel bond anterior.</p> <p>Comparar los dibujos o redacciones escritas del anterior cartel y el actual.</p>	<p>Material impreso para cada alumno. Pliegos de papel bond Marcadores</p>
		Duración
		25 min.
		25 min.

Cuadro 5. Actividades para la Sesión 4.

Núm. de sesión:	5	
Criterios:	<ul style="list-style-type: none"> • Basarse en una perspectiva constructivista • Incorporar la visión del Cambio Conceptual que sugiere S. Vosniadou y colaboradores (1994). • Hacer uso del conflicto cognitivo, analogías y del conocimiento metacognitivo. • Desarrollar la estrategia en condiciones “normales” de clase. • Circunscribir el tratamiento temático señalado en el tema 4 del Programa de Estudio 2006, Ciencias II. 	
Fase:	Desarrollo	
Propósitos:	<ul style="list-style-type: none"> • Recurrir a un modelo propuesto por especialistas para la transformación de ideas previas en los estudiantes • Monitorear las ideas previas de los estudiantes. • Realizar una serie de actividades, principalmente experimentales que propicien el conflicto cognitivo. • Diseñar actividades donde se recurra al uso de analogías y del conocimiento metacognitivo. • Diseñar actividades donde se utilicen materiales y/o sustancias fáciles de conseguir para el docente o por los alumnos, para asegurar en lo posible su replicabilidad en el aula por el docente que así lo decida. • Dar cuenta de los aprendizajes esperados. 	
	Actividades	Recursos
	<p>Elaborar por equipos de 3 o 4 integrantes un electroscopio (Anexo 13).</p> <p>Observar el funcionamiento del electroscopio al cargar eléctricamente algunos objetos: frotar objetos de diferentes materiales y acercarlos al alambre de cobre, si están cargados las laminillas de aluminio se separan, si no, se observará que las laminillas no se mueven.</p> <p>Cuestionar a los alumnos con preguntas cómo: ¿Qué objetos que fueron frotados se cargaron eléctricamente? ¿Cómo te diste cuenta de que pudieron cargarse eléctricamente? ¿Cómo fue el movimiento de las laminillas de aluminio cuando se acercó el objeto cargado? ¿Por qué se movieron de esa manera las laminillas de aluminio? ¿Si acercáramos el globo cerca de las laminillas de aluminio y no en el alambre de cobre, se podrán mover las laminillas? ¿Por qué no se mueven las laminillas de aluminio cuando se acerca el objeto cargado cerca de estas laminillas? ¿Qué impide a las laminillas de aluminio moverse cuando se acerca el objeto cargado? ¿Podemos decir entonces que el vidrio no transmite las cargas eléctricas a las laminillas de aluminio y el alambre de cobre sí?</p>	<p>1 frasco de vidrio con tapa, de preferencia que la tapa sea de plástico. (la tapa debe estar agujerada por el centro con ayuda de un clavo)</p> <p>1 trozo de plastilina</p> <p>Alambre de cobre</p> <p>2 laminillas de papel aluminio</p> <p>Diferentes objetos para electrizar (globo, tubo de PVC, regla de plástico, regla de aluminio, etc.)</p> <p>1 trozo de lana</p>
		Duración
		50 min

Cuadro 6. Actividades para la Sesión 5.

Núm. de sesión:	6	
Criterios:	<ul style="list-style-type: none"> • Basarse en una perspectiva constructivista • Incorporar la visión del Cambio Conceptual que sugiere S. Vosniadou y colaboradores (1994). • Hacer uso del conflicto cognitivo, analogías y del conocimiento metacognitivo. • Desarrollar la estrategia en condiciones “normales” de clase. • Circunscribir el tratamiento temático señalado en el tema 4 del Programa de Estudio 2006, Ciencias II. 	
Fase:	Desarrollo	
Propósitos:	<ul style="list-style-type: none"> • Recurrir a un modelo propuesto por especialistas para la transformación de ideas previas en los estudiantes • Monitorear las ideas previas de los estudiantes. • Realizar una serie de actividades, principalmente experimentales que propicien el conflicto cognitivo. • Diseñar actividades donde se recurra al uso de analogías y del conocimiento metacognitivo. • Diseñar actividades donde se utilicen materiales y/o sustancias fáciles de conseguir para el docente o por los alumnos, para asegurar en lo posible su replicabilidad en el aula por el docente que así lo decida. • Dar cuenta de los aprendizajes esperados. 	
	Actividades	Recursos
	<p>Representar en un pliego de papel bond, por equipos de 4 o 5 integrantes, lo que le sucede a las nubes para que se origine un relámpago, ya sea con un dibujo o redacción y pegarlos en la pared.</p> <p>Se pueden hacer cuestionamientos como: ¿Cómo son las nubes cuando has observado que caen rayos? ¿De qué color son? ¿Se oscurece un poco o sigue siendo igual que un día con nubes? ¿Será que las nubes son muy espesas o gruesas? ¿De dónde salen los relámpagos? ¿Hacia dónde se dirigen los relámpagos?</p>	<p>Papel bond Marcadores Pizarrón</p>
	<p>Realizar la lectura en voz alta y de manera grupal: “El relámpago, ¿una descarga eléctrica?” (Anexo 14).</p> <p>Responder en su cuaderno por equipos de 3 o 4 integrantes: ¿El relámpago es un fenómeno electrostático? ¿Por qué?</p>	<p>Material Impreso para cada alumno.</p>
	<p>Representar en una hoja con un esquema impreso (Anexo 15), los relámpagos que podrían formarse de acuerdo con las cargas eléctricas de las nubes presentadas (a manera de analogías) en los esquemas del Anexo 15.</p>	<p>Material impreso para cada alumno.</p>
		Duración
		15 min.
		20 min.
		15 min.

Cuadro 7. Actividades para la Sesión 6.

Núm. de sesión:	7	
Criterios:	Evaluar el aprendizaje de los alumnos	
Fase:	Cierre	
Propósitos:	Verificar la transformación de las ideas previas de los estudiantes y dar cuenta de los aprendizajes esperados.	
	Actividades	Recursos
	<p>Realizar la lectura en voz alta y de manera grupal: “La fotocopidora: un invento basado en la electrostática”.</p> <p>A manera de cuestionario que resolverán en su cuaderno, se preguntará a los alumnos: ¿Te imaginabas que la fotocopidora utilizaba la electrostática para sacar copias? ¿Cuál fue el objeto que se frota y qué objeto atrae?</p>	<p>Material impreso para cada alumno. Cuaderno del alumno.</p>
	<p>Evaluar las ideas previas de los estudiantes sobre los fenómenos electrostáticos:</p> <p>Se aplica el mismo cuestionario que se realizó en la sesión 1 (Anexo 1).</p> <p>Monitoreo de las ideas previas, con ayuda de las actividades realizadas durante toda la estrategia.</p>	<p>Material impreso para cada alumno.</p>
		Duración
		30 min.
		20 min.

Cuadro 8. Actividades para la Sesión 7.

7.4 Aplicación de la estrategia

Esta estrategia de intervención fue aplicada en la Secundaria Diurna Núm. 64 “José Calvo Saucedo”, Turno Matutino, a un grupo de segundo grado con 34 alumnos. El plantel se encuentra ubicado en la calle Estaño esq. Sorpresa, Col. Felipe Ángeles en la Del. V. Carranza, D. F. Las características de la población estudiantil que se pueden mencionar es que son alumnos que pertenecen a la clase media baja y media alta. La mayoría de los padres de estos alumnos se dedican al comercio, principalmente al comercio informal.

Estos alumnos provienen de colonias aledañas al mismo plantel, como la Col. 20 de Noviembre, Malinche, Bondojo, Guerrero, Valle Gómez, Río Blanco, en dichas colonias se desenvuelve un ambiente hostil y hasta delictivo, por lo que muchos alumnos presentan una conducta a veces agresiva y violenta con sus mismos compañeros y hasta con sus profesores. También la mayoría de alumnos muestran poco interés en la escuela y en los mismos estudios, por vivir en un ambiente en donde sus mismos padres no necesitaron de la escuela para obtener un trabajo bien remunerado. El apoyo de los padres de familia es a

veces nulo o indiferente ya que permanecen casi todo el día en el trabajo y la comunicación con sus hijos suele ser escaso.

Cuando se aplicó la estrategia, los alumnos ya habían abordado el tema de fenómenos electrostáticos con su profesora a cargo, un par de meses antes.

Al aplicar la estrategia se obtuvieron evidencias de la misma en cuanto a la transformación de las ideas de los estudiantes y en cuanto de la intervención pedagógica misma. Esto se hizo recabando sus respuestas por escrito en material impreso (Ver Anexo 17 y siguientes) en cada una de las actividades aquí descritas, también se realizaron videograbaciones de cada sesión aunque con algunas deficiencias por no contar con una persona para realizarla de manera efectiva, pero sí se alcanzan a recuperar algunos elementos para obtener las evidencias y también para autoevaluar el papel del profesor en la estrategia pedagógica .

8. ANALISIS DE LA INFORMACIÓN Y RESULTADOS

En este capítulo se exponen los resultados obtenidos de una de las actividades -por fase- de la estrategia didáctica. También se presentan los resultados obtenidos antes y después de la aplicación de la estrategia didáctica. Cabe señalar que las respuestas de los alumnos no son excluyentes y por lo tanto la suma de los resultados supera el 100%, es decir, los alumnos optaron por escribir más de un tipo de respuesta..

8.1 Fases de la estrategia de intervención

8.1.1 Fase de inicio: *El Caso de Virginia e Irene.*

En esta fase se diseñó una actividad en la que los alumnos, de manera grupal, expusieran y discutieran ideas acerca de la actividad relativa a ‘pegar’ globos en la pared (ver Anexo 2), y completar un cuadro (ver Anexo 3).

Esta actividad se realizó para evocar sus ideas previas acerca de los fenómenos electrostáticos, y también para conocer la forma en que ellos representan los fenómenos electrostáticos utilizando analogías (qué sucede con un globo que se frota y puede ser atraído por la pared). Se pretendió realizar un conflicto cognitivo en lo que respecta a las características de un globo electrizado y uno que no lo está. Todo ello nos servirá para monitorear sus respuestas que presentan en esta fase y las siguientes.

Las respuestas de los alumnos en la primera actividad (ver Anexo 3) se encuentran sintetizadas en la tabla 8, en el cual se presenta el porcentaje de los alumnos que optaron por un tipo de respuesta:

Pregunta	Categoría de Respuesta	% de alumnos que anotaron esa respuesta
Características de los globos que sí se pegaban a la pared (Virginia).	Ligeros	91
	Estaban electrizados	100
	Son de plástico	81
	Estaban frotados	97
Características de los globos que no se pegaban a la pared (Inés).	No estaban frotados	97
	No estaban electrizados	78
	No tenían cargas eléctricas	9
Dibuja lo que podría estar sucediendo en los globos que sí se pegaron en la pared (Virginia).	Representan al globo electrizado con “rayos”.	63
	Representan al globo electrizado sin ninguna característica, sólo ‘pegado’ en la pared.	34
	Representan al globo con cargas eléctricas.	3
Dibuja lo que podría estar sucediendo en los globos que sí se pegaron en la pared (Inés).	Representan al globo sin característica alguna, en el suelo o que va cayendo.	100

Tabla 8. Porcentaje del Anexo 3.

Como podemos observar, el cuadro muestra que el 97% de los alumnos señala que los globos que utilizaba Virginia estaban frotados y por lo tanto ‘*estaban electrizados*’ (100%) por eso se podían ‘*pegar*’. Pero a los alumnos les cuesta trabajo representar aquellas características que adquieren los globos al ser frotados (a nivel microscópico), y solamente algunos alumnos los representaba con ‘*rayos*’ (Ver anexo 17 y siguientes), para ellos puede significar que, efectivamente, los globos adquieren esa propiedad porque la electricidad tiene que ver con dicho fenómeno, por eso, el utilizar la analogía de los rayos y la propiedad de atraerse con la pared. Pero, como se mencionó anteriormente, no tienen presente lo que sucede a nivel microscópico (presencia e intercambio de las cargas eléctricas).

8.1.2 Fase de Desarrollo:

En esta fase se diseñó una actividad en la que los alumnos, de manera grupal, expusieran y argumentaran sus respuestas de las actividades descritas en los Anexos 8, 9 y 10, para

detectar cargas eléctricas positivas y negativas así como los fenómenos de atracción y de repulsión, y así completar un cuadro a manera de reunión plenaria (ver Anexo 11).

Las preguntas que se plantearon en el Anexo 11 refieren al uso del conflicto cognitivo. Con esta actividad se pretende continuar con el monitoreo de sus ideas previas acerca de los fenómenos electrostáticos, también se busca utilizar material casero para asegurar en lo posible su aplicación en el aula.

Las respuestas de los alumnos en la sesión 3 (ver Anexo 11) se encuentran sintetizadas en el cuadro 10, en el cual se presenta el porcentaje de los alumnos que optaron por un tipo de respuesta:

Experimento Globo-Pared	Categoría de Respuesta	% de alumnos que anotaron esa respuesta
¿Cuál objeto fue frotado?	El globo	100
Al acercar ambos objetos ¿qué sucedió?	Se pegan	63
	Se atraen	88
	Se juntaron	3
	No sé	3
A qué se debe que se comporten así?	Tienen cargas eléctricas diferentes	88
	Por la electricidad	3
	Solamente el globo fue cargado	81
¿Cómo le llamarías a este fenómeno?	Atracción	84
	No sé	16

Experimento Tira de plástico-Tubo de PVC	Categoría de Respuesta	% de alumnos que anotaron esa respuesta
¿Cuál objeto fue frotado?	El tubo y la tira de plástico	84
	No sé	16
Al acercar ambos objetos ¿qué sucedió?	Se separan	13
	Se rechazan	6
	<i>Se repelaban</i>	3
	Nada	22
	Se repelen	56

A qué se debe que se comporten así?	Tienen las mismas cargas eléctricas	78
	Los dos objetos fueron frotados	38
	No tienen electricidad	6
	No sé	16
¿Cómo le llamarías a este fenómeno?	Repulsión	
	No sé	

Experimento Acetato-Acetato	Respuestas	% de alumnos que anotaron esa respuesta
¿Cuál objeto fue frotado?	Los dos acetatos	97
	No sé	3
Al acercar ambos objetos ¿qué sucedió?	Se separan	59
	<i>Se repelaban</i>	22
	Se repelen	16
	No sé	3
A qué se debe que se comporten así?	Tienen las mismas cargas	97
	Los dos objetos fueron frotados	84
	Por la electricidad	1
¿Cómo le llamarías a este fenómeno?	Repulsión	100

Tabla 9. Porcentaje del Anexo 11.

Como se observa en la tabla 9, alumnos se inclinan en responder que los objetos tienen la propiedad de atraerse cuando uno de ellos es frotado, o de repelerse al ser frotados ambos objetos. Todo esto se logró al realizar diferentes actividades experimentales en los que pudieran comparar qué ocurría en uno y en otro. Al final, la reunión plenaria permitió que los alumnos discutieran lo sucedido y compartieran sus experiencias con los demás equipos que no realizaron la misma actividad.

Al preguntarles qué sucedió al acercar ambos objetos, la mayoría de los alumnos anotan palabras que son sinónimos de atracción y repulsión (ver anexo 17 y siguientes), lo que nos indica que, aunque no utilicen un término adecuado, los estudiantes se percatan de lo sucedido. Los alumnos que sí utilizan estos términos, lo comparten a nivel grupal y esto servirá para los alumnos que no conocían esta expresión.

8.1.3 Fase de cierre: *La Fotocopiadora, un invento basado en la electrostática.*

Esta lectura se deja para la fase de cierre porque se supone que pueden comprender los conceptos involucrados en ella, como son, atracción, carga eléctrica positiva, carga eléctrica negativa, cómo electrizar objetos; y también para que conozcan una aplicación de la electrostática dentro de nuestra vida cotidiana.

Con esta actividad se muestra que si los alumnos son capaces de entender el texto es porque finalmente tienen en mente los dichos conceptos, por lo tanto, la transformación de ideas que se esperaba.

Después de realizar la lectura, se realizaron dos preguntas que contestarían de manera individual y posteriormente se comparten en reunión plenaria, para obtener evidencia de lo mencionado anteriormente.

Las respuestas de los alumnos en la sesión 7 (ver Anexo 11) se encuentran sintetizadas en la tabla 10, en el cual se presenta el porcentaje de los alumnos que optaron por un tipo de respuesta:

Preguntas	Categoría de Respuesta	%
¿Te imaginabas que la fotocopiadora utilizaba la electrostática para sacar copias?	No	100
¿Cuál fue el objeto que se frota y qué objeto atrae?	El rodillo atrae al tóner.	9
	El rodillo es frotado por la luz de halógeno y atrae al tóner.	82
	El tóner es atraído al rodillo.	7
	La tinta que es un polvito se atrae al papel	2

Tabla 10. Porcentaje del Anexo 16.

En esta actividad, se pretendió realizar una lectura de comprensión para verificar lo anteriormente dicho. Por lo tanto, los alumnos en su mayoría, contestan haciendo una semejanza con los cuerpos que al ser frotados, éstos poseen la capacidad de atraer a otros objetos, y esta atracción se da por el intercambio de cargas eléctricas.

8.2 Resultados del cuestionario ‘Fenómenos electrostáticos’ antes y después de la aplicación de la estrategia didáctica.

En este apartado se hace un breve análisis sobre la forma en que los alumnos comprenden el tema y sobre la transformación de sus ideas. Las preguntas del cuestionario ‘Fenómenos Electrostáticos’, tienen la intención de identificar las ideas de los alumnos sobre el tema de la electrostática a nivel macroscópico y a nivel microscópico, éste último como el de mayor dificultad para ellos.

Cabe señalar que el cuestionario aplicado después de la estrategia didáctica se realizó una semana después de haber cumplido con las 6 sesiones planeadas; esto fue por diferentes actividades que tenía el grupo en la escuela y con la profesora del grupo.

Con el cuestionario se pretende indagar la identificación de fenómenos electrostáticos cotidianos por los alumnos. Algunos ejemplos de lo que los alumnos contestan son los siguientes:

“Con un vaso de unicel lo froto en tu cabello y lo pones en un lugar fijo y lo atraes con la mano”.

“Cuando te peinas y alejas el peine del cabello, el cabello es atraído”.

“Cuando apagamos el televisor”.

“Cuando froto una pluma o una regla en el cabello y mueves el aluminio o atraes papel”.

“Si froto dos globos con nuestro cabello y los intentamos unir, se repelen”.

“Cuando froto un globo en tu cabello y lo alejas, el cabello es atraído”.

“A veces cuando nos quitamos la ropa trae electricidad o cuando el cabello lo traemos levantado”.

“Cuando froto nuestros brazos con el cuerpo y tocamos a alguien, damos toques”.

Debido a la variedad de respuestas que cada alumno anotó en el ítem número uno, se consideró necesario realizar categorías donde se tomaron en cuenta las semejanzas que existían entre las respuestas. Cabe aclarar que las respuestas de este cuadro no son excluyentes y por lo tanto la suma supera el 100%, es decir, los alumnos optaron por escribir más de un tipo de respuesta. A continuación se presentan en la tabla 12:

Pregunta 1	Frecuencia de Respuestas (%)	
	Antes	Después
Cuando frota un globo inflado en tu cabello, éste logra ser atraído por la pared. Este es un fenómeno electrostático, escribe otros ejemplos en donde hayas observado fenómenos electrostáticos.		
Al frotar diversos objetos que logran atraer a otros.	59	100
Al hacer contacto unos cuerpos con otros se perciben chispas o “toques”.	15	59
El imán con el fierro.	6	0
Cuando las nubes se ponen negras y como se dividen sus cargas, se forman rayos.	3	94
Funcionamiento de una fotocopidora	0	82
No lo sé	12	3

Tabla 11. Porcentaje de la pregunta.

Las ideas en la mayoría de los alumnos nos muestran que, antes de aplicar la estrategia, aunque hayan abordado esta temática con su profesor unos meses antes, se pueden derivar de un análisis superficial de las experiencias sensoriales relativas a la electrostática (frotación de objetos y atracción en otros) y de una deficiente familiarización de los alumnos en los métodos y contenidos científicos.

Después de la aplicación de la estrategia, en la categoría de frotar diferentes objetos que logran atraer a otros, hay un aumento considerable de alumnos que señalan a este fenómeno como electrostático.

Las chispas o ‘toques’ también son señalados por más alumnos, después de haber aplicado la estrategia ya que el fenómeno fue identificado por los alumnos cuando realizaron la lectura “Cargas eléctricas” (anexo 12), esto es, que antes de aplicar la estrategia, los alumnos tenían presente el fenómeno como una experiencia aislada y no como un fenómeno electrostático.

Como se mencionó anteriormente, algunos alumnos identificaron los fenómenos magnéticos como electrostáticos. Pero después de haber aplicado la estrategia didáctica desaparece la mención de éstos, como es el caso de ‘*el imán con el fierro*’.

Antes de la estrategia los alumnos no consideran a los relámpagos como fenómenos electrostáticos. Después de la estrategia la mayoría de ellos consideran en sus respuestas que los rayos son parte de dichos fenómenos.

También podemos observar que aparece una nueva categoría derivada de la misma: funcionamiento de una fotocopidora. Este dato resulta ser relevante ya que uno de los propósitos de la estrategia fue que los alumnos identificaran otros fenómenos electrostáticos cotidianos como lo es el hecho de que la fotocopidora usa la fuerza electrostática para su funcionamiento; y también que la gran mayoría de los alumnos menciona que los rayos son provocados por acumulación de electricidad estática en las nubes.

Se buscó indagar a nivel microscópico: qué explicación era la que los alumnos daban a la atracción entre un globo que se frota y la pared, y en la tabla 12 podemos observar lo siguiente:

Pregunta 2	Frecuencia de Respuestas (%)	
	Antes	Después
De acuerdo al ejemplo de frotar un globo inflado con tu cabello y logra ser atraído por la pared, explica por qué ocurre este fenómeno.		
a) El frotamiento hace que el fluido eléctrico contenido en el globo salga de éste creando un campo eléctrico a su alrededor.	53	27
b) Debido al frotamiento hay un intercambio de cargas entre el bolígrafo y el cabello, quedando ambos cargados pero con signo contrario.	15	50
c) El frotamiento hace que aparezcan cargas en el bolígrafo donde antes no había.	29	17
d) Otra explicación.	0	3
e) No lo sé	3	3

Tabla 12. Porcentaje de la pregunta 2.

Se observa que antes de aplicar la estrategia los alumnos, en su mayoría, se inclina por la opción ‘a’ y la ‘c’. Es decir, los alumnos no consideran que la materia posee cargas eléctricas, sino que estas cargas o campo eléctrico ‘*aparecen*’ de la nada al frotar el globo. Después de aplicar la estrategia, los estudiantes enfocan su respuesta en la opción ‘b’, tomando en cuenta la naturaleza eléctrica de la materia y el intercambio de las cargas entre ambos objetos (no se manifiestan las cargas en forma de fluido ni aparecen de la nada). Aún así, existieron otras explicaciones que los alumnos dieron a este fenómeno:

“El frotamiento hace que tenga cargas tu cabello, tiene cargas negativas y positivas, al igual que el globo, por eso se pega”

En el ítem 3, se les pidió a los alumnos identificar las partículas atómicas dentro de una ilustración, así como su carga eléctrica que poseen éstas; se obtuvieron respuestas abiertas, por lo que se realizaron las siguientes categorías:

Pregunta 3	Frecuencia de Respuestas (%)	
	Antes	Después
Señala en el esquema, qué cargas eléctricas tienen los protones y los electrones de un átomo. Coloca dentro de las partículas un signo “más” (+) si tienen cargas positivas, o con un signo “menos” (-) si tienen cargas negativas.		
a) Esquemas completos y correctos	12	53
b) Esquemas completos pero incorrectos	41	29
c) Esquemas incompletos e incorrectos	29	12
d) Esquemas sin contestar	12	6

Tabla 13. Porcentaje de la pregunta 3.

En la tabla 13 se puede observar que los alumnos establecen en sus esquemas las cargas eléctricas de manera inversa, es decir, en su mayoría señala que los electrones poseen cargas eléctricas positivas y los protones cargas eléctricas negativas. Algunos otros muestran sus esquemas incompletos y además con este error conceptual. Otros más dejan en blanco su esquema.

Y después de aplicar la estrategia se incrementa el número de alumnos al asignarles en sus esquemas las cargas eléctricas negativas a los electrones, por encontrarse alrededor del núcleo, y cargas eléctricas positivas a los protones. También se observa que disminuyen los alumnos que no contestaron en un inicio o dejaron en blanco este ítem, y a su vez, también los esquemas incompletos y con errores se ven disminuidos.

También se buscó indagar en las explicaciones que los alumnos daban a lo que sucedería entre dos cuerpos cargados eléctricamente:

Pregunta 4	Frecuencia de Respuestas (%)	
	Antes	Después
Si tenemos el globo frotado por el cabello y hacemos lo mismo con otro globo, ¿qué sucederá si acercamos ambos globos?		
a) Los dos globos se atraerán como sucedió con el globo y la pared ya que poseen cargas eléctricas diferentes.	27	12
b) Los dos globos adquieren la misma carga eléctrica por lo tanto se repelen.	70	79
c) No ocurre nada, porque los dos globos no adquieren cargas eléctricas.	0	3
d) Otra explicación	3	3
e) No lo sé	0	3

Tabla 14. Porcentaje de la pregunta 4.

Como podemos observar en la tabla 14, los alumnos optan por la respuesta ‘b’, ya que como se mencionó anteriormente, este tema ya había sido abordado en clases anteriores. Aún así, el número de alumnos que optan por la opción ‘a’ disminuye después de haber aplicado la estrategia y se incrementa la respuesta de la opción ‘b’.

Antes de aplicar la estrategia se tenían otras posibles explicaciones como por ejemplo:

“Los dos globos se separan y el que tiene más electricidad se separa más”.

Después de aplicar la estrategia se tienen explicaciones como:

“Se separan porque ambos tienen cargas negativas como positivas”.

En este caso, el alumno piensa que el globo adquiere cargas eléctricas, tanto positivas como negativas. Es decir, este alumno elige la respuesta de que el globo posee dos tipos de cargas, aunque no se logró que explicara del todo este fenómeno de repulsión, pero en comparación con la respuesta anterior, se presupone que el globo posee “*electricidad*”, un fenómeno visto desde el punto de vista macroscópico. En cambio, en la respuesta dada después de aplicar la estrategia se tiene una explicación a nivel microscópico puesto que ya se tiene la idea de la presencia de ‘*cargas eléctricas*’. Así también, la respuesta ‘*no lo sé*’

nos indica que el alumno tiene el beneficio de la duda y no haya transformado completamente sus ideas acerca de estos fenómenos, además que no le convenza ninguna opción dada en el cuestionario.

En relación con la pregunta anterior, se busca que los alumnos expliquen el funcionamiento de un electroscopio:

Pregunta 5	Frecuencia de Respuestas (%)	
	Antes	Después
Estos mismos globos de la pregunta anterior, tomamos uno de ellos después de haber sido frotados y lo acercamos al electroscopio, ¿cuál de las tres posibilidades sucederá?		
a) Las laminillas se separan	29	71
b) No pasa nada	21	9
c) Las laminillas se juntan	35	15
d) No lo sé	15	5

Tabla 15. Porcentaje de la pregunta 5.

A pesar de que los alumnos ya habían abordado el tema en clase, la profesora del grupo mencionó que no realizaron alguna actividad relacionada con el electroscopio. Por ello, antes de realizar la práctica se observa que las explicaciones se inclinan, en su mayoría, por las opciones ‘a’ y ‘c’; en el caso de la opción ‘a’, los alumnos no justifican su respuesta. Los que eligen la opción ‘b’ algunos justificaron con respuestas como esta:

“Por que tienen energía se juntan”

Después de haber aplicado la estrategia los alumnos, en su mayoría, eligen la respuesta ‘a’, pero ahora sí con explicaciones semejantes a esta:

“Se separan porque tendrían cargas diferentes”

Y los pocos alumnos que todavía eligieron la opción ‘b’ justifican su respuesta de la siguiente manera:

“Se juntan porque se frotó el globo”

También se observa en la tabla 15 que, después de aplicada la estrategia, disminuye el número de alumnos al elegir la opción ‘no lo sé’, lo que muestra que tienen una justificación a lo que sucede con este fenómeno electrostático ayudado por las actividades realizadas.

El tema de fenómenos electrostáticos, como lo mencionan los especialistas Furió y Guisasola (1999), está relacionado con temas como electrodinámica; y en el siguiente ítem, se buscó saber cuáles eran las explicaciones que los alumnos pudieran dar en relación a dichos contenidos:

Pregunta 6	Frecuencia de Respuestas (%)	
	Antes	Después
Se aproxima una hoja de plástico cargada al extremo de una barra de vidrio como se ve en la figura. En el otro extremo de la barra hay una bolita muy ligera de plástico colgada. Explica si será atraída la bolita y por qué.		
a) Si	21	38
b) No	61	59
c) No lo sé	18	3

Tabla 16. Porcentaje de la pregunta 6.

En este ítem, los alumnos, antes de aplicar la estrategia, se inclinan por la opción 'b', pero explicando su respuesta con argumentos como estos:

“Está un poco lejos para que se atraigan”

“No se atrae porque se interpone la barra de vidrio”

“No se atrae porque no tiene cargas”

“No se atrae porque el plástico no es conductor”

“No se puede atraer por su peso”

Como podemos ver en la tabla 16, estas justificaciones cambian después de haber aplicado la estrategia con argumentos semejantes a este:

“No se atrae porque el vidrio no es conductor y es aislante”

Algunos otros alumnos, eligen la opción 'a' antes de aplicar la estrategia, pero no escriben argumento alguno. Después de aplicarla escriben por qué sí puede ser atraída la bolita de plástico, unos ejemplos de las respuestas que dieron es:

“Porque tiene electricidad”

“Porque la hoja de plástico está cargada”

También, después de haber aplicado la estrategia, los alumnos que señalan como respuesta 'no lo sé', disminuye notablemente.

Un fenómeno natural, y también fenómeno físico, es la formación de descargas eléctricas al producirse tormentas eléctricas. Por lo tanto, los fenómenos naturales nos afectan a todos, es por ello que, en este caso se busca indagar las explicaciones que los alumnos dan a estos fenómenos:

Pregunta 7	Frecuencia de Respuestas N=34	
	Antes	Después
¿Por qué se originan los relámpagos?		
a) Por la lluvia	0	1
b) Por la acumulación de cargas eléctricas en la base de las nubes	27	31
c) Por la acumulación de cargas eléctricas en un pararrayos	5	1
d) Otra explicación	2	1

Tabla 17. Porcentaje de la pregunta 7.

Nuevamente se observa en la tabla 17, que los alumnos subrayan la opción 'b' y se manifiesta que los alumnos ya habían abordado el tema con su profesora o que era la opción más lógica. Aún así, después de haber aplicado la estrategia, aumenta el número de alumnos que optan por la respuesta 'b'. También disminuyen las opciones 'c' y 'd'. En esta última, antes de aplicar la estrategia, se encontraron explicaciones como la siguiente:

“Porque en las nubes existen varias cargas y cuando éstas nubes chocan entre sí, producen una carga que sale como luz”

“Porque cuando llueve, chocan las nubes y causan rayos”

Después de haber aplicado la estrategia, solamente un alumno brinda otra explicación diferente a las propuestas en el cuestionario:

“Porque en la base de las nubes hay cargas negativas y en el suelo hay positivas, pero como no pueden ser atraídos se origina una chispa”

Finalmente, en este ítem se buscaron posibles explicaciones por parte de los alumnos el funcionamiento de un pararrayos, contenido que viene a colación al abordar el tema de los relámpagos:

Pregunta 8	Frecuencia de Respuestas (%)	
	Antes	Después
La función de un pararrayos es la de:		
a) Conducir un rayo hacia la Tierra	35	58
b) detener un rayo	21	15
c) atraer a los rayos	38	15
d) otra explicación	0	9
e) No lo sé	6	3

Tabla 18. Porcentaje de la pregunta 8.

Las respuestas que los alumnos dan antes de aplicar la estrategia, en su mayoría son por la opción ‘a’ y por la ‘c’. Estas repuestas indican que este contenido fue tratado por parte de la profesora del grupo.

Después de haber aplicado la estrategia, la mayoría de los alumnos subrayan la respuesta ‘a’. También se ven disminuidas las demás opciones. En el caso de la respuesta ‘d’, se obtuvieron respuestas como esta:

“Canalizar la energía, primero atrayendo al rayo y luego llevando su energía al piso”

En esta repuestas podemos observar que su respuesta es semejante a la “a” pero quizá la quería expresar con sus propias palabras o explicar paso por paso el funcionamiento del aparato.

Esta comparación de resultados nos permite realizar una evaluación final del aprendizaje de los alumnos y si la estrategia funcionó para que se diera la transformación de las ideas de los alumnos. En las tablas presentadas se observa que sí existió esa transformación en la mayoría de los alumnos (67%), que con el diseño de actividades se fue dando poco a poco para llegar a los resultados ya mostrados.

9. CONSIDERACIONES FINALES

Así como ocurre en la historia de la ciencia, que se realizaron y se siguen realizando grandes esfuerzos por entender y explicar de la mejor manera los fenómenos que ocurren en nuestro entorno, y que han dado como resultado diferentes conceptualizaciones que cada vez explican mejor los fenómenos en cuestión, así también parece haber sucedido en las siete sesiones de esta estrategia de intervención. Los resultados sugieren que no precisamente se ha llegado a una transformación total de las ideas en un 100% (llegar al concepto de electrostática planteado en el currículum) o en la totalidad de alumnos, -que eso sería lo ideal- pero sí se logró un cambio en la mayoría de los alumnos (ver capítulo 8), a pesar de que ya habían abordado el tema de electrostática en sus clases con su profesora a cargo.

El principal objetivo de diseñar esta estrategia didáctica fue la de intervenir en la práctica educativa para mejorar la enseñanza de las ciencias a través de un sustento teórico, que en este caso fue en el cambio conceptual desde un enfoque constructivista y, de esta manera, contar con elementos para evaluar el aprendizaje de los alumnos. Es por ello que considero que se cumple con el objetivo de recuperar las experiencias obtenidas de dicha intervención y aportarlas para mejorar la educación en ciencias.

Una primera aportación de este trabajo es la transformación de las ideas previas en alumnos de secundaria acerca del tema de electrostática. Si bien es cierto que no se logró una transformación de estas ideas previas en todos los alumnos (capítulo ocho, Análisis de la Información y Resultados), sí considero que en comparación con la enseñanza tradicional, se consiguen mejores resultados, ya que estos alumnos, como se mencionó anteriormente, ya habían abordado el tema con su profesora y como se observó en el capítulo ocho, no se reportan logros como los obtenidos con esta estrategia didáctica.

No se buscó que los alumnos comprendieran cabalmente este fenómeno a nivel microscópico pero sí se esperó que pudieran aproximarse a éste lo mejor posible, de esta manera la estrategia didáctica mostró cierta efectividad, puesto que en algunos alumnos reincidieron las ideas previas que poseían antes y después de haber aplicado la estrategia didáctica. Así lo podemos ver en las respuestas obtenidas de manera escrita de las actividades que se mostraron en el capítulo ocho.

Se hizo un esfuerzo por cumplir cabalmente con las actividades diseñadas, sin embargo, la realidad de las aulas puede superar la planeación teórica ante cualquier imprevisto, puesto que no pueden prever con actividades que los alumnos y profesores realizan en la escuela (simulacros, ensayos para ceremonias o festivales, campañas de salud, exposiciones, juntas o comisiones de profesores, suspensiones de alumnos, entre otras más). Según los especialistas (Driver, et. al., 1999), el éxito de las secuencias didácticas que pretendan ser constructivistas está en contar con el tiempo suficiente para que los alumnos puedan compartir, reflexionar, evaluar y reestructurar sus propias ideas ya que en este enfoque es sumamente necesario hacerlo, no así con otros enfoques, puesto que no se le da tanta importancia a la transformación de las ideas previas de los alumnos.

En este sentido, considero que el tiempo fue uno de los principales factores que pudieron haber perturbado el desarrollo de algunas actividades. Por ejemplo, no consideré las actividades en las que los alumnos participan y que lo hacen en horas/clase, como asistir a visitas escolares, exposiciones, ensayos, ceremonias cívicas, red escolar, tomarse la foto grupal, realizar el examen médico, etc. También al profesor se le asignan comisiones por parte de los directivos y por lo tanto abandona al grupo, ya sea por juntas, organización de eventos, realización de exposiciones, periódico mural, etc. Finalmente es una realidad en nuestras escuelas y el enfrentarse a éstas circunstancias, se considera doble esfuerzo por lograr un aprendizaje efectivo.

También me encontré que al aplicar la estrategia es que los alumnos ya están condicionados al participar en las actividades propuestas, ellos esperan siempre un incentivo para realizar o no las estrategias, si no lo reciben no participan. Por ello es necesario recalcar a nuestros alumnos que sus intervenciones son todas importantes, y de nuestra parte no dememos clasificarlas como correctas o incorrectas sino como referentes de aprendizaje en crecimiento o en formación, por lo que también es necesario fomentar el trabajo colaborativo, ya que muchos de los alumnos preferían trabajar solos.

Otra dificultad que me parece importante señalar es que también estos los alumnos mostraron poco interés en las actividades a realizar ya que a la gran mayoría de ellos no cumplían con dichas actividades o materiales a utilizar para la elaboración del electroscopio (ver anexo 13).

El uso del enfoque constructivista es un factor importante para propiciar el logro de los aprendizajes de los alumnos, ya que como se pudo observar en el capítulo ocho, las ideas de los alumnos fueron transformándose gradualmente. En la fase de inicio se muestran las ideas de los alumnos, es decir, las explicaciones que ellos dan para comprender el problema que se les plantea (conflictuándolos). En la fase de desarrollo, las actividades fueron encaminadas a actividades experimentales donde pudieran ir transformando esas ideas iniciales. Finalmente, en la fase de cierre, se pretendió corroborar que esas ideas fueran lo más cercanas a lo que se esperaba y que se menciona en el capítulo de marco referencial.

El sugerir a otros profesores que adopten esta secuencia didáctica no quiere decir que se resolverán los problemas de aprendizaje de los alumnos, por lo que no se deben esperar resultados espectaculares. El poner en práctica este enfoque es necesario la constancia de parte del profesor y de los alumnos a lo propuesto en el capítulo 4, adoptando nuevas formas de enseñanza y aprendizaje porque, en lo personal, aprendí a dar clases de una manera y este trabajo me ha permitido renovar mi forma de enseñar los contenidos tanto en el discurso como en la práctica.

Este trabajo es perfectible ya que se sugiere que se mejoren los cuestionarios y las actividades a realizar. Me parece importante aplicar la estrategia a alumnos que por primera vez aborden el tema de fenómenos electrostáticos; o aplicarla en otra escuela en donde el contexto de la comunidad escolar sea de mejores condiciones tanto social, cultural y económico. Cabe señalar que faltó tiempo para mejorar aún más este trabajo pero espero haber contribuido a mejorar la educación en ciencias en secundaria.

Hace falta elaborar más estrategias didácticas a nivel secundaria que mejoren la enseñanza y aprendizaje en el tema de los fenómenos electrostáticos y así poder alcanzar los niveles esperados por el profesor de secundaria y la sociedad en general.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Asoko, H. (1996). Developing scientific concepts in the primary classroom: Teaching about electric circuits. En G. Welford, J. Osborne y P. Scott (Eds.), *Research in Science Education in Europe: Current Issues and Themes* (pp. 36-49). London: The Falmer Press.
- Bachelard, G. (1981). *La formación del espíritu científico*. Siglo XXI: Buenos Aires.
- Bello, S. (2004). Ideas previas y cambio conceptual. *Educación Química*. 15 (3), 210-217
- Campanario, J. *La enseñanza de las ciencias en preguntas y respuestas*. (1 de diciembre de 2002) Recuperado el 11 de junio de 2007, de <http://www2.uah.es/jmc/webens/portada.html>
- Campanario, J. y Moya, A. (1999). ¿Cómo enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas. *Enseñanza de las ciencias*. 17 (2), 179-192
- Candela, A. (1993). Investigación y desarrollo en la enseñanza de las ciencias. *Documentos DIE*. Núm. 24, 1-21.
- Chaybay, R. y Sherwood, B. (1995). *Electric & Magnetic interactions*. Nueva York: John Wiley & Sons, Inc.
- Criado, A. y Cañal, P. (2002). Obstáculos para aprender conceptos elementales de electrostática y propuestas educativas. *Investigación en la escuela*. 47, 53-62
- Cubero, R. (1994). Concepciones alternativas, preconceptos, errores conceptuales... ¿distinta terminología y un mismo significado? *Investigación en la Escuela*. 23, 33-43
- Trujillo, M. y otros. (2007). *Reforma Curricular de la Educación Media Superior*. México: DGEMS/SEMSS/SEGEM.
- Díaz Barriga, F. (1998). *El aprendizaje de la Historia en el bachillerato: procesos y construcción de conocimiento en profesores y estudiantes del CCH/UNAM*. Tesis doctoral en pedagogía. México: UNAM.
- Driver, R. (1988) Un enfoque constructivista para el desarrollo del currículum de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 6, 109-120.
- Driver, R., Guesne, E., Tiberghien, A. (1996). *Ideas científicas en la infancia y la adolescencia*. Madrid: Morata.
- Driver, R. y otros. (1999). *Dando sentido a la ciencia en secundaria*. España: Visor.
- Flores, F. (2004). El cambio conceptual: interpretaciones, transformaciones y perspectivas. *Educación Química*. 15 (3), 256-269.

Flores, F. (2004). *Ideas Previas*. México: CCADET, UNAM.
<http://ideasprevias.cinstrum.unam.mx:2048/index.php>

Furió, C. y Guisásola, J. (1999). Concepciones alternativas y dificultades de aprendizaje en electrostática. Selección de cuestiones elaboradas para su detección y tratamiento. *Enseñanza de las ciencias*. 17 (3), 441-452.

Furió, C. y Guisásola, J. (1998). Dificultades de aprendizaje de los conceptos de carga y de campo eléctrico en estudiantes de bachillerato y universidad. *Enseñanza de las ciencias*. 16 (1), 131-146.

Furió, C., Vilches, A., Guisásola, J. y Romo, V. (2001). Finalidades de la enseñanza de las ciencias en la secundaria obligatoria. ¿Alfabetización científica o preparación propedéutica? *Enseñanza de las ciencias*. 19 (3), 365-376.

Guisásola, J. y Furió, C. (1994). Dificultades en el aprendizaje significativo de algunos conceptos de electrostática. *Investigación en la escuela*. 23, 103-114.

González, J. (2006). *Evaluación PISA 2006*. Gobierno de Navarra: Departamento de Educación.

ISEI-IVEI (2005) *Primer informe de la evaluación de PISA 2003. Conocimientos y destrezas en matemáticas, lectura, Ciencias y Solución de problemas*. Madrid: Ministerio de Educación y Ciencia, INECSE <http://www.ince.mec.es/pub/marcoteoricopisa2006.pdf>

INFIP-CONICET. Focuslab. (18 de enero de 2007). Recuperado el 5 de diciembre de 2008, de <http://focuslab.lfp.uba.ar/public/VandeGraaff>

Juárez, A., Juárez, J., Martínez, E. y Juárez, L. (2004). Fomentando el cambio conceptual. *Ciencia y Desarrollo*. 30 (174), 45-51

Justi, R. (2006). La enseñanza de las ciencias basada en la elaboración de modelos. *Enseñanza de las ciencias*. 24 (2), 173-184.

López, A. y Flores, F. (2003). Propuesta de modelo didáctico articulado de transformación conceptual. En: Flores, F. y Aguirre, M. (Coors.) *Educación en Física*. México: UNAM/CESU.

Marín, N. (2003). Conocimientos que interaccionan en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias*. 21 (1), 65-78.

MEC/SGE (2007). *Pisa 2006. Programa para la evaluación internacional de alumnos de la OCDE*. Madrid, MEC.

Oliva, J. (1999). Algunas reflexiones sobre las concepciones alternativas y el cambio conceptual. *Enseñanza de las ciencias*. 17 (1), 93-107.

Orozco, R. (2000). La enseñanza de la ciencia desde una visión constructivista. *Correo del maestro*. 50, 44-47.

Prieto, T. y Blanco, A. (1997) *Las concepciones de los alumnos y la investigación en Didáctica de las Ciencias*. Málaga: Universidad de Málaga

Rodríguez, M. y Aparicio, J. (2004). Los estudios sobre el cambio conceptual y la enseñanza de las ciencias. *Educación Química*. 15 (3), 270-280

Rodríguez, M. (1999). *Conocimiento Previo y cambio conceptual*. Buenos Aires: Aique.

SEB/SEP (2006). *Educación Básica. Secundaria. Ciencias. Programas de estudio 2006*. México, D. F.: SEP

Smith, E., Blakeslee, T. y Anderson, C. (1993). Teaching strategies associated with conceptual change learning in science. *Journal of Research in Science Teaching*. 30, 111-126.

Torres, L., Pérez, R. y Gallego, R. (1994). Las bases estructurales del constructivismo. *Revista Educación y Pedagogía*. 6 (12 y 13), 164-183.

Vosniadou, S. (2006) *Cómo aprenden los niños*. Bélgica: International Academy of Education

Vosniadou, S. & Brewer, W.F. (1987) Theories of knowledge restructuring in development. *Review of Educational Research*. 57 (1), 51-67.

Vosniadou, S. & Brewer, W.F. (1994). Mental models of the day/night cycle. *Cognitive Science*. 18, 123-184

Zambrano, A. (1998). La relación entre conocimiento común y conocimiento científico en el contexto de la enseñanza, aprendizaje y cambio conceptual de las ciencias. *Ciencia y Tecnología*. 3, 85-101

BIBLIOGRAFIA

Alvarez, D., Alvarez, R. y Zárraga, J. (2001). *Inercia 2*. México: Mc GrawHill.

Anthony Kenny. "As ciências teóricas de Aristóteles", Centro de Filosofia y Ciencias Humanas, Universidad Federal de Santa Catarina, Brasil,
<http://www.cfh.ufsc.br/~wfil/aristociencia.htm>.

Aristóteles. *De anima*, Libro I, Centro Universitario de la Costa, Campus Puerto Vallarta, Universidad de Guadalajara, México,
<http://www.cuc.udg.mx/psicologia/De%20Anima/deanima.html>

Departamento de Ingeniería Electromecánica de la Universidad de Burgos *Electricidad y sociedad*. España, p. 5, <http://www2.ubu.es/ingelec/ingelect/HistI.pdf>.

Federico Wimmer editó los textos de Teofrasto, salvo los *Caracteres*, en su *Theophrasti Eressii Opera (Obra de Teofrasto de Ereso)*, París, 1866, edición en griego y latín,
<http://gallica.bnf.fr>.

Flores, F. y Gallegos, L. (2000). *Física 3*. México: Nuevo México.

Gutiérrez, C. y Cepeda, M. (1998). *Física 2*. México: Larousse.

Orus Apollo, de Aegypte, edición de J. Kerver, París, 1543, p. 104. <http://gallica.bnf.fr/>.

Oliver Lubrich. "Egipcios por doquier. Alejandro de Humboldt y su visión 'orientalista' de América", en *HiN. Revista Internacional de Estudios Humboldtianos*, Univesidad de Potsdam, vol. 3, núm. 5, 2002,
http://www.unipotsdam.de/u/romanistik/humboldt/hin/hin5/inh_lubrich_4.htm

Stefano Lorenzini . *Osservazioni intorno alle torpedini*, con la colaboración de Francesco Redi, en su *Esperienze intorno a diverse cose natureli*. <http://www.francescoredi.it>.

ANEXO 1

CUESTIONARIO FENOMENOS ELECTROSTATICOS

Nombre del alumno(a): _____

Grado y Grupo: _____

Fecha: _____

1. Cuando frota un globo inflado en tu cabello, este logra ser atraído por la pared. Este es un fenómeno electrostático, escribe otros ejemplos en donde hayas observado fenómenos electrostáticos.

b) No lo sé.

2. De acuerdo al ejemplo de frotar un globo inflado con tu cabello y que logra ser atraído por la pared, explica por qué ocurre este fenómeno (subraya la opción que mejor explique éste fenómeno):

a) El frotamiento hace que el fluido eléctrico contenido en el globo salga de éste creando un campo eléctrico a su alrededor.

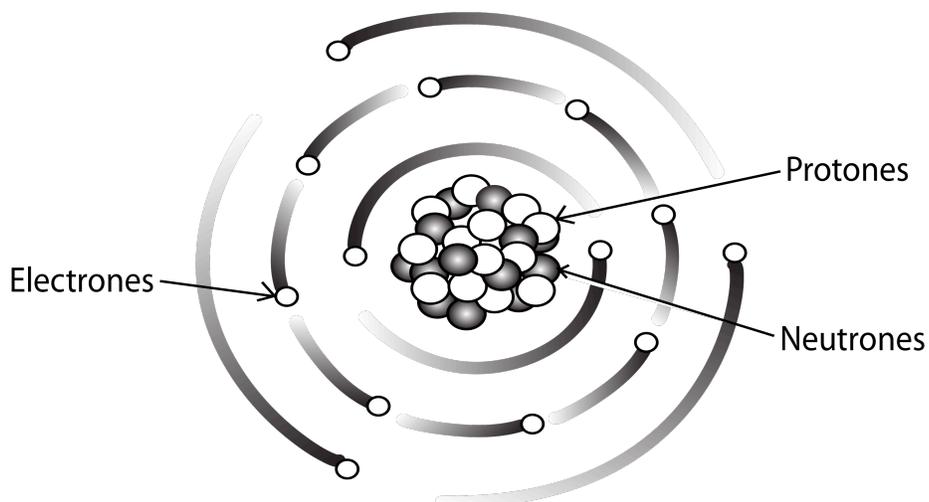
b) Debido al frotamiento hay un intercambio de cargas entre el bolígrafo y el cabello, quedando ambos cargados pero con signo contrario.

c) El frotamiento hace que aparezcan cargas en el bolígrafo donde antes no había.

d) Otra explicación: _____

e) No lo sé

3. Señala en el siguiente esquema, qué cargas eléctricas tienen los protones y los electrones de un átomo. Escribe dentro de los círculos un signo "mas" (+) si tienen cargas positivas o con un signo "menos" (-) si tienen cargas negativas.



4. Si tenemos el globo frotado por el cabello y hacemos lo mismo con otro globo, ¿qué sucederá si acercamos ambos globos? (subraya la opción que mejor explique lo que suceda)

a) los dos globos se atraerán como sucedió con el globo y la pared ya que poseen cargas eléctricas diferentes.

b) los dos globos adquieren la misma carga eléctrica por lo tanto se repelen.

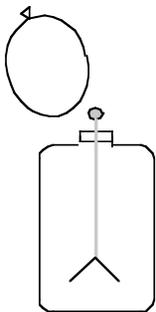
c) No ocurre nada, porque los dos globos no adquieren cargas eléctricas.

d) Otra explicación: _____

e) No lo sé

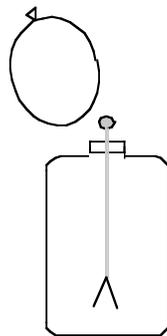
5. Estos mismos globos de la pregunta anterior, tomamos uno de ellos después de haber sido frotado y lo acercamos al electroscopio, ¿Cuál de las tres posibilidades sucederá?

a)



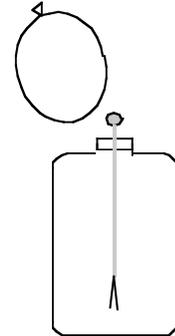
La laminillas se separan

b)



No pasa nada

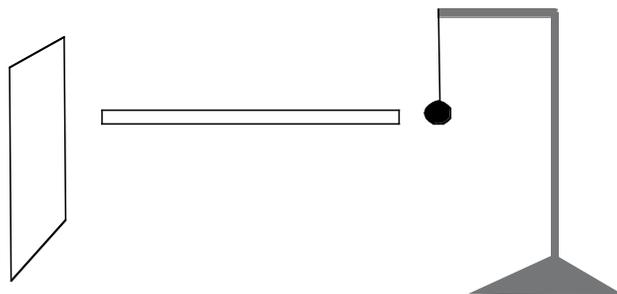
c)



Las laminillas se juntan

Explica tu respuesta: _____

6. Se aproxima una hoja de plástico cargada al extremo de una barra larga de madera como se ve en la figura. En el otro extremo de la barra hay una bolita muy ligera de plástico colgada.



Explica si será o no atraída la bolita y por qué.

a) Sí

b) No

¿Por qué? _____

c) No lo sé

7. ¿Por qué se originan los relámpagos?

a) Por la lluvia

b) Por la acumulación de cargas eléctricas negativas en la base de las nubes

c) Por la acumulación de cargas eléctricas en un pararrayos

d) Otra explicación: _____

e) No lo sé

8. La función que tiene un pararrayos es la de:

a) conducir al rayo hacia la tierra

b) detener un rayo

c) atraer a los rayos

d) Otra explicación: _____

e) No lo sé

ANEXO 2

Nombre del alumno(a): _____

Grado y Grupo: _____

Fecha: _____

Lee con atención y responde a las preguntas:

1. Virginia prepara una fiesta sorpresa en su salón. Pero olvidó su diurex para pegar globos en la pared, tampoco tiene hilo y nadie quiere prestarle porque no traen esos materiales.

a) ¿Podrá pegar los globos a la pared, sin utilizar algún material que olvidó? _____

b) Explica cómo podría hacerlo. _____

2. Poco después llegó su amiga Inés y vio que Virginia estaba colocando globos en la pared y observó que con sólo colocarlos en la pared se pegaban y sin utilizar material alguno. Ella quiso ayudarle pero se dio cuenta que no se pegaban en la pared.

a) ¿Qué diferencia hubo entre los globos de Virginia que sí se pegaban y los de Inés que no lograba que se pegaran a la pared? _____

ANEXO 3

Nombre del alumno(a): _____

Grado y Grupo: _____

Fecha: _____

Completa el siguiente cuadro y realiza lo que se pide.

Características de los globos que sí se pegaban a la pared (Virginia)	Características de los globos que no se pegaban a la pared (Inés)

Dibuja lo que podría estar sucediendo en los globos que sí se pegaron a la pared (Virginia)

Dibuja lo que podría estar sucediendo en los globos que no se pegaron a la pared (Inés)

ANEXO 4: Movimiento de Objetos

Nombre del alumno(a): _____

Grado y Grupo: _____

Fecha: _____

De acuerdo a la situación, responde a las preguntas.

1. Si colocaras, uno por uno sobre tu banca los siguientes materiales: unicel, palillo, vidrio, aluminio, corcho, papel, plástico, y frotaras el globo con la lana y lo acercaras a cada material por separado,

¿Qué crees que sucedería? _____

Explica por qué crees que sucedería eso. _____

Después de realizar el experimento, señala con una “X” según corresponda en el cuadro y responde a las preguntas.

MATERIAL	SE ATRAJO	NO SE ATRAJO
Unicel		
Palillo		
Vidrio		
Aluminio		
Corcho		
Papel		
Plástico		

¿Qué tuviste que hacer para que ocurriera la atracción de objetos? _____

¿Por qué crees que en algunos objetos no hubo atracción? _____

ANEXO 5: Papel bailarín

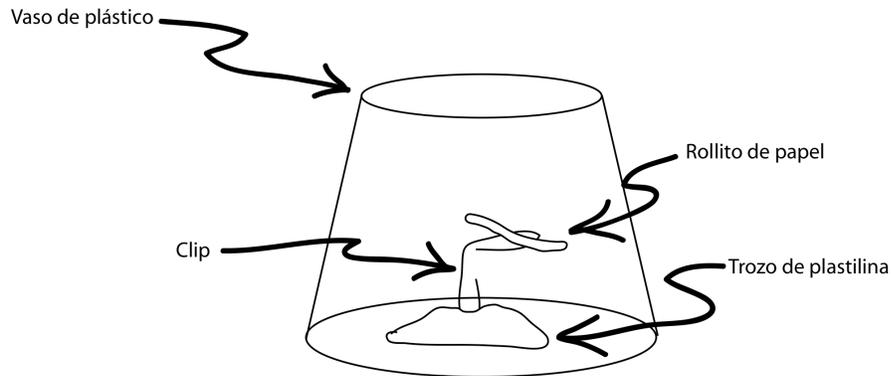
Nombre del alumno(a): _____

Grado y Grupo: _____

Fecha: _____

De acuerdo a la situación, responde a las preguntas.

1. Se tiene el dispositivo que se muestra en el dibujo:



2. Si acercaras un globo frotado con tu ropa o lana al vaso de plástico,

¿Qué crees que sucedería con el rollito de papel al acercarle globo? _____

Después de realizar el experimento, responde a las preguntas.

1. Dibuja y explica lo que sucedió al acercar el globo al dispositivo.

¿Por qué crees que haya sucedido eso? _____

¿Qué tuviste que hacer para que sucedía eso? _____

ANEXO 6: Pelota saltarina

Nombre del alumno(a): _____

Grado y Grupo: _____

Fecha: _____

De acuerdo a la situación, contesta las preguntas.

1. Cuelga con ayuda de un compañero la esfera de unicel forrada con papel aluminio.
2. Si frotaras una regla de plástico con la lana con fuerza y la acercaras a la esfera de unicel.

¿Qué crees que sucedería? _____

3. Si frotaras nuevamente la regla y la acercaras a la esfera de unicel.

¿Qué te imaginas que sucedería? Dibuja y explícalo.

Después de realizar el experimento, contesta las siguientes preguntas.

1. ¿Sucedió lo que pensaste? _____

2. ¿Qué fue lo que sucedió? _____

3. ¿Por qué crees que haya sucedido eso? _____

4. ¿Qué tuviste que hacer para que la esfera actuara de esa forma? _____

ANEXO 7

Nombre del alumno(a): _____

Grado y Grupo: _____

Fecha: _____

De acuerdo a lo que comenten todos los equipos de sus experimentos, completa el siguiente cuadro.

	Experimento Globo - Objetos	Experimento Rollo de papel - Globo	Experimento Acetato - Confeti
¿Qué sucedió?			
¿Qué se tuvo que hacer?			
Atracción por...			

ANEXO 8

Nombre del alumno(a): _____

Grado y Grupo: _____

Fecha: _____

De acuerdo a la situación responde a las preguntas.

1. Si tomaras un tubo de PVC y lo frotaras con tu ropa o la lana y otro de tus compañeros tomara una tira de plástico y también la frotara con su ropa o la lana,

¿Qué crees que sucederá al acercar la tira de plástico y el tubo de PVC? _____

Después de haber realizado el experimento, responde a las preguntas.

¿Qué sucedió al acercar la tira de plástico y el tubo PVC? _____

Dibuja lo que sucedió al acercar la tira de plástico y el tubo PVC.

¿A qué crees que se deba esto? _____

ANEXO 9: Doblando el agua

Nombre del alumno(a): _____

Grado y Grupo: _____

Fecha: _____

De acuerdo a la siguiente situación responde a las preguntas.

1. Se infla un globo y se anuda. Se frota con un trozo de lana hasta que quede electrizado.
2. A continuación se deja caer un chorrillo de agua del grifo y se acerca el globo.

¿Qué crees que sucederá cuando acerques el globo al chorrillo de agua? _____

Realiza un dibujo de lo que crees que vaya a suceder.

Después de haber realizado el experimento, responde a las preguntas.

1. ¿Qué sucedió cuando acercaste el globo electrizado al chorrillo de agua? _____

2. Dibuja lo que sucedió.

3. ¿A qué crees que se deba esto? _____

ANEXO 10

Nombre del alumno(a): _____

Grado y Grupo: _____

Fecha: _____

De acuerdo a la siguiente situación responde a las preguntas.

1. Si colocaras sobre la mesa, por separado dos acetatos y frotaras cada acetato con la lana y los tomaras por una de sus esquinas y los juntaras.

¿Qué crees que sucedería? _____

Realiza un dibujo de lo que crees que vaya a suceder.

Después de haber realizado el experimento, responde a las preguntas.

1. ¿Qué sucedió cuando acercaste los acetatos frotados? _____

2. Dibuja lo que sucedió.

3. ¿A qué crees que se deba esto? _____

ANEXO 11

Nombre del alumno(a): _____

Grado y Grupo: _____

Fecha: _____

Completa el siguiente cuadro con las observaciones que realizaron los diferentes equipos.

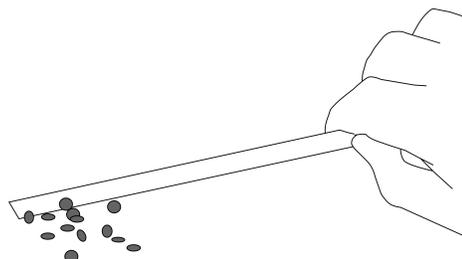
	Experimento Globo - Pared *	Experimento Tira de plástico - Tubo PVC	Experimento Acetato - Acetato (globo-chorro de agua)
¿Cuál objeto fue frotado?			
Al acercar ambos objetos, ¿Qué sucedió?			
¿A qué se debe que se comporten así?			
¿Cómo le llamarías a éste fenómeno?			

ANEXO 12

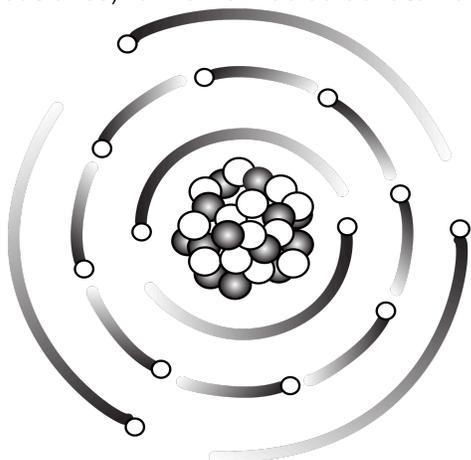
CARGAS ELÉCTRICAS

Cuando frotamos un regla de plástico contra nuestro cabello o ropa, se constata que la regla ha adquirido una nueva propiedad, al ser capaz de atraer pedacitos de papel. También cuando caminamos por una alfombra y tocamos una puerta o a otra persona, salta una chispa y se dice que nos hemos dado “toques”. A esta propiedad se le conoce con el nombre de carga eléctrica.

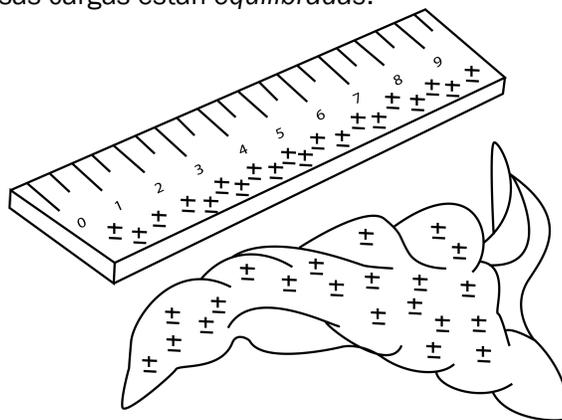
Se dice que los materiales que se comportan como la regla, al ser frotados, están electrizados o se han cargado eléctricamente.



Para entender mejor el comportamiento eléctrico de los cuerpos, analicemos dos partículas elementales de los átomos: los protones y los electrones. Los protones (junto con los neutrones) forman el núcleo del átomo y los electrones (que son pequeñísimos con respecto al núcleo) orbitan alrededor de él. Los protones presentan carga eléctrica positiva y los electrones carga eléctrica negativa. Los átomos son neutros (es decir, no presentan carga eléctrica), ya que su número de protones es igual al número de electrones.

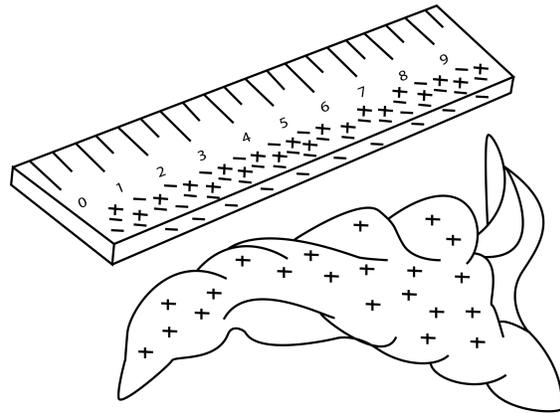


Como todos los cuerpos están formados por átomos, poseen cargas eléctricas; sin embargo, no lo notamos porque esas cargas están *equilibradas*.



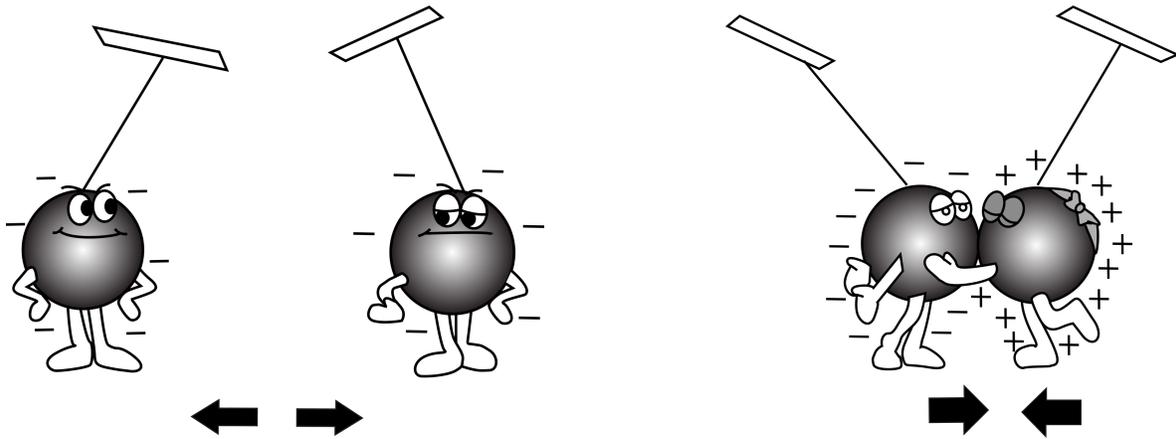
Cargas eléctricas equilibradas

Las propiedades eléctricas se presentan en un cuerpo cuando sus cargas están desequilibradas; es decir, cuando hay un mayor (o un menor) número de electrones que de protones. Cuando frotamos la regla, el peine, o el globo con otro material, lo que estamos provocando es un *desprendimiento* de electrones que pasan de un cuerpo a otro (provocando un desequilibrio de cargas en ambos cuerpos). En algunos materiales, los electrones se desprenden fácilmente, por frotamiento debido a que se encuentran muy lejos del núcleo y la atracción que ejerce éste es muy débil. El objeto que cedió carga no queda en estado neutro, sino cargado positivamente y, por tanto, también manifiesta propiedades eléctricas.



Desequilibrio de Cargas eléctricas

Por lo tanto, las cargas eléctricas pueden ser de dos tipos: *positivas* o *negativas*. Dos cuerpos cargados eléctricamente se atraen o se repelen dependiendo de su carga. La regla de los signos describe su comportamiento: *Las cargas del mismo signo se repelen, las cargas del signo contrario se atraen.*



La rama de la física que estudia los fenómenos relacionados con las cargas eléctricas en reposo es la electrostática.

ANEXO 13

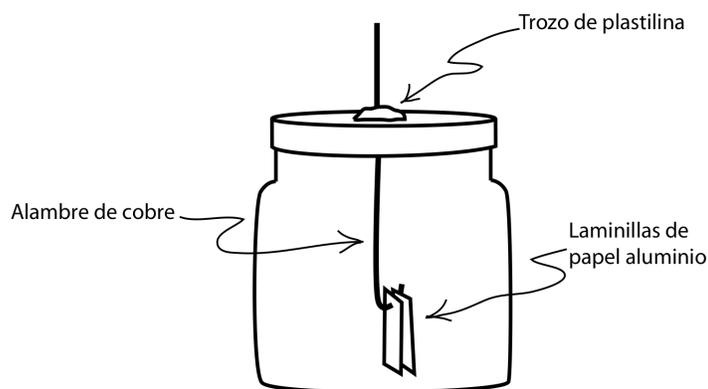
FABRICA UN ELECTROSCOPIO

Un electroscopio es un aparato que te servirá para observar cómo las cargas de un mismo signo se repelen y a la vez de que se pueden detectar pequeñas cargas eléctricas en algunos objetos.

Necesitas:

- 1 Frasco de cristal con tapa, de preferencia que la tapa sea de plástico.
- 1 Trozo de alambre de cobre
- 1 Trozo de plastilina
- 2 laminillas de papel aluminio
- Diferentes objetos para electrizar (1 Regla, 1 globo, 1 tubo de PVC, 1 regla de aluminio, etc.)
- 1 trozo de flanela

- a) Perfora con un clavo la tapa del frasco y atraviésalo con el alambre de cobre.
- b) Dobla el alambre de cobre como lo muestra la figura.
- c) Coloca las laminillas de papel aluminio sobre el gancho del alambre y tapa el frasco. Has construido un electroscopio.



- d) Frota con la flanela la regla de plástico o el globo para electrizarlos.
- e) Acercá la regla de plástico o el globo al alambre del electroscopio y observa lo que sucede con las laminillas.
- f) Ahora toca con tus dedos el alambre y observa lo que sucede con las laminillas.
- g) Vuelve a frotar la flanela la regla de plástico o el globo y acércalos al alambre del electroscopio. ¿Qué observas?

¿Por qué se comportan de esa manera las laminillas?

Dibuja en tu cuaderno un esquema de la posición que adoptan las laminillas y las cargas en ellas.

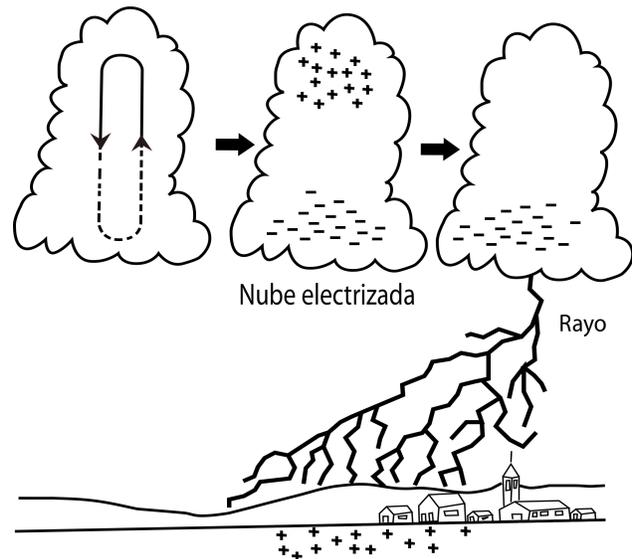
¿Será lo mismo acercar la regla electrizada al alambre que acercarlo por la parte del frasco, cerca de las laminillas? ¿Por qué?

ANEXO 14

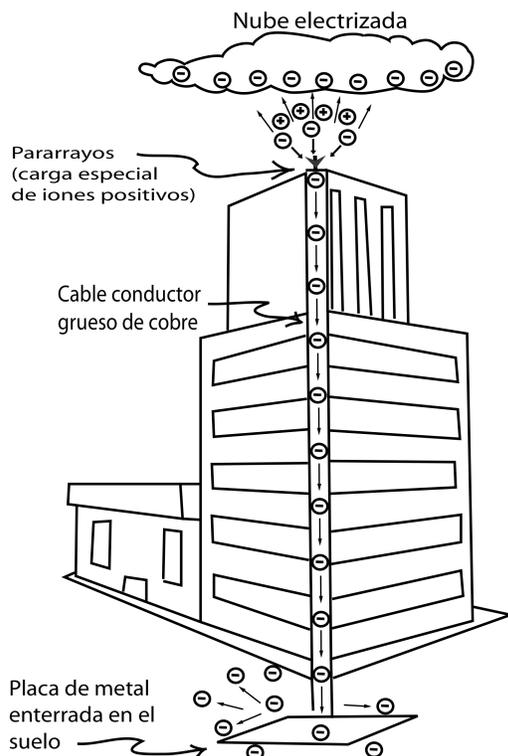
EL RELÁMPAGO, ¿UNA DESCARGA ELÉCTRICA?

Cuando un objeto cargado se acerca a otro que no lo está, la carga eléctrica actúa sobre el objeto no cargado, haciendo que sus cargas se polaricen, es decir, que se altere su distribución, separándose las cargas positivas de las negativas.

En las tormentas también se tiene una polarización en las nubes. En este caso, en la parte superior de la nube se encuentran las cargas positivas y en la inferior las negativas. La superficie de la Tierra presenta carga positiva. Esto favorece que cuando la carga es suficientemente grande se produzca un rayo que implica una descarga eléctrica que calienta el aire y produciendo un sonido en forma de estallido.



¿Cómo funciona un pararrayos?



El pararrayos tiene una punta de espiga unida a un cable grueso de cobre que baja por el exterior del edificio hasta llegar a una placa metálica enterrada en el suelo. La nube de tormenta con carga eléctrica que se encuentre encima del edificio, induce en las espigas del pararrayos polarizando ese medio; si es muy fuerte el campo eléctrico de polarización, se produce la descarga entre el pararrayos y las nubes.

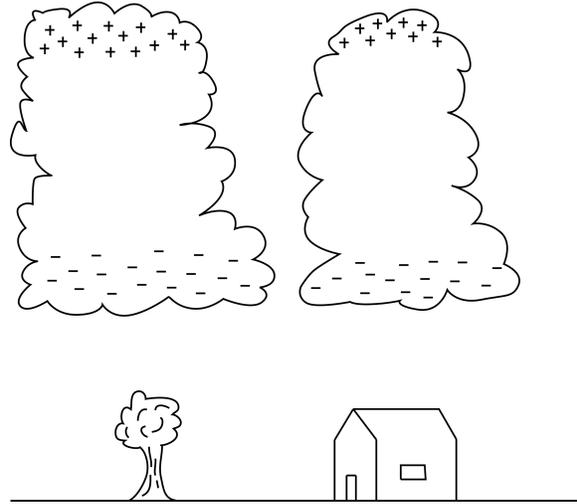
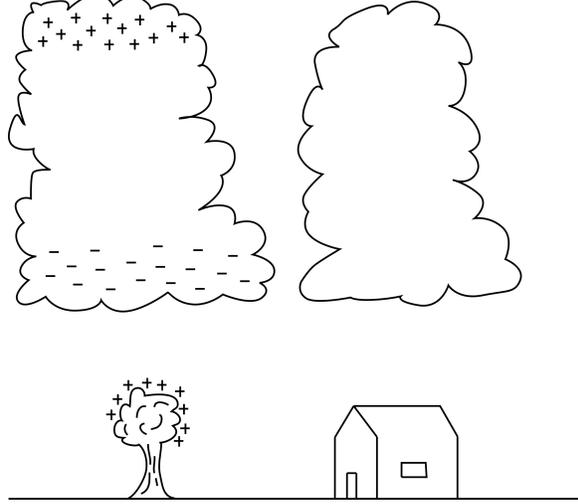
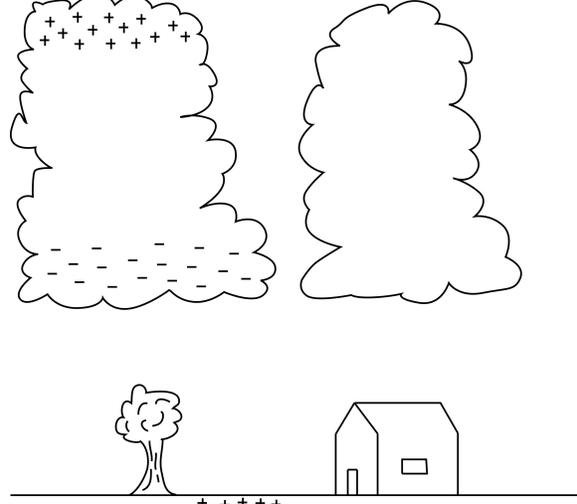
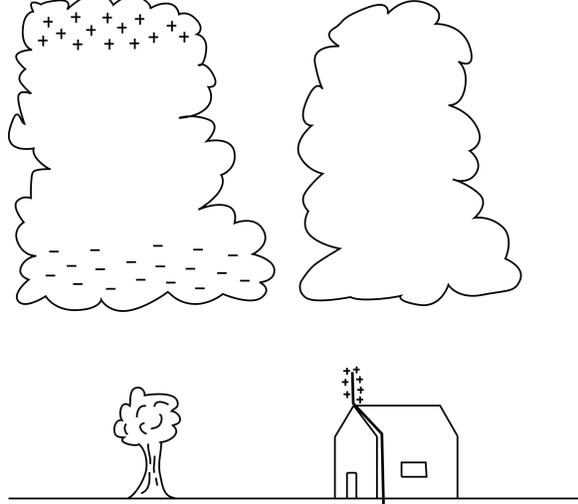
ANEXO 15

Nombre del alumno(a): _____

Grado y Grupo: _____

Fecha: _____

En los siguientes esquemas dibuja en dónde caería un relámpago, de acuerdo a las cargas eléctricas que se presentan en cada caso.

ANEXO 16

LA FOTOCOPIADORA: UN INVENTO BASADO EN LA ELECTROSTÁTICA

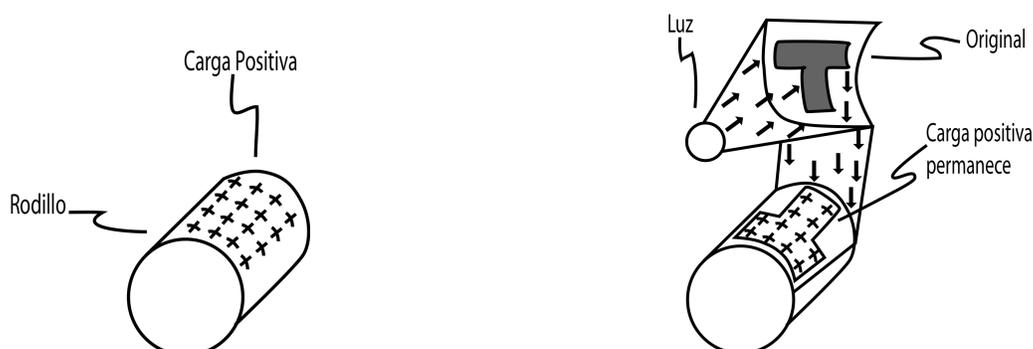
Hasta la década de los 40, hacer la copia de un documento o dibujo era una tarea laboriosa y, en ocasiones, difícil. Un método era sacarle una fotografía (que era muy caro); otro método era “picar” un *esténcil* para sacar copias entintadas (con un aparato que todavía se usa por ser barato) llamado *mimeógrafo*.

Las fotocopiadoras modernas no usan tinta líquida y funcionan aprovechando la electrostática. Sacan hasta 135 copias por minuto y hacen ampliaciones y reducciones del original. Las copiadoras electrostáticas o fotocopiadoras de hoy son descendientes de una máquina inventada en Nueva York, en 1938, por el físico estadounidense Chester Carlson, quien llamó a este proceso *xerografía*, que en griego significa *escritura en seco*.

¿Cómo funcionan?

Una luz fluorescente o de halógeno ilumina el original, que es analizado por un espejo que se desliza en vaivén, por debajo, y que proyecta la imagen en un rodillo principal recubierto de material fotoconductor. También se cuenta con un sistema óptico interno, que permite modificar el tamaño de la imagen.

El rodillo lleva cargas positivas (electricidad estática), al principio, y tiene un recubrimiento especial, de polvo de silicio, que conduce la electricidad cuando la luz incide en él.



He aquí el truco; las partes blancas del original reflejan la luz en el rodillo y provocan que la carga eléctrica se elimine en esos lugares. Las partes negras no reflejan la luz, y la carga eléctrica permanece en el recubrimiento. Después se pasa el rodillo por una capa fina de *tóner*. El *tóner* es un polvo fino (generalmente negro), que va adherido a pequeñísimas boitas de plástico cargadas negativamente; es la “tinta” de la copiadora. Dichas boitas de plástico quedan adheridas a las partes del rodillo que tiene carga, junto con el *tóner*. Después se hace pasar el papel por el rodillo. El *tóner* se adhiere al papel. Por último, el papel pasa por un rodillo caliente, que se encarga de derretir el *tóner*, logrando que éste se adhiera al papel y la copia no se borre. Por eso las copias salen “calientitas” de la copiadora.



Nombre: Vergara Varquez Brandon

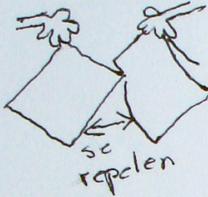
Fecha: 18/04/08

Grado y Grupo: 2º A

Después de haber realizado el experimento, responde a las preguntas.

1. ¿Qué sucedió cuando acercaste los acetatos frotados? se repelen

2. Dibuja lo que sucedió.



3. ¿A qué crees que se deba esto? porque tienen cargas iguales

Nombre: Valdez Baltazar Jessica Alejandra

Fecha: 17/04/08

Grado y Grupo: 2º "A"

De acuerdo a la situación responde a las preguntas.

1. Toma el tubo de PVC y frótalo con tu ropa o la lana.
2. Otro de tus compañeros tomará la tira de plástico y también la frotará con su ropa o la lana.

¿Qué crees que sucederá al acercar la tira de plástico y el tubo de PVC? Obtienen electricidad y se juntan

Nombre: Carrillo Sanchez Cristabel Alejandra

Fecha: 17/04/08

Grado y Grupo: 2º A

De acuerdo a la situación, contesta las preguntas.

4. Coloca en el recipiente de plástico un poco de confeti.
5. Sobre la banca de otro compañero coloca el acetato y frótalo con la lana sobre toda la superficie del acetato con fuerza.
6. Coloca la parte frotada del acetato sobre el recipiente.

¿Qué te imaginas que suceda? Dibuja y explícalo.

se pegaran en la parte superior e inferior



Nombre: Hernandez Ibarrate Kevin Gabriel

Fecha: 16/Abril/08

Grado y Grupo: 2º A

Después de realizar el experimento, señala con una "X" según corresponda en el cuadro y responde a las preguntas.

MATERIAL	SE ATRAJO	NO SE ATRAJO
Unisel	X	
Palillo	X	
Vidrio		X
Aluminio	X	
Corcho	X	
Papel	X	
Plástico	X	

¿Qué tuviste que hacer para que ocurriera la atracción de objetos? frotar muchas veces

¿Por qué crees que en algunos objetos no hubo atracción? por que no son conductores

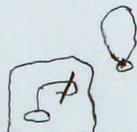
Nombre: Guadalupe Ruiz Garcia

Fecha: 17-04-08

Grado y Grupo: 2º A

Después de realizar el experimento, responde a las preguntas.

1. Dibuja y explica lo que sucedió al acercar el globo al dispositivo.



¿Por qué crees que haya sucedido eso? por la electricidad del globo

¿Qué tuviste que hacer para que sucediera eso? frotar el globo en la franela

Nombre: Rivera Delgado Dani Yajaira

Fecha: 17/Abril/2008

Grado y Grupo: 2º A

Después de realizar el experimento, contesta las siguientes preguntas.

1. ¿Sucedio lo que pensaste? Si

2. ¿Qué fue lo que sucedió? al frotar el acetato con la franela se electrifico y el confeti se pegó

3. ¿Por qué crees que haya sucedido eso? Porque se electrifico el acetato con carga negativa

4. ¿Qué tuviste que hacer para que el confeti se moviera de esa forma? frotar el acetato con la franela.

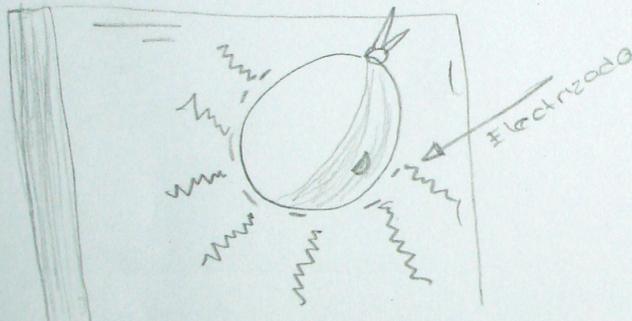
Nombre: Brandon Lujano Barrios
Grado y Grupo: 2-71

Fecha: 16/11/2022

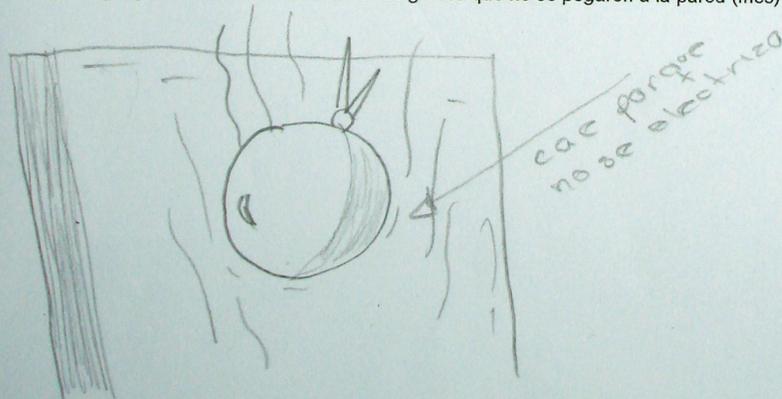
Completa el siguiente cuadro y realiza lo que se pide.

Características de los globos que sí se pegaban a la pared (Virginia)	Características de los globos que no se pegaban a la pared (Inés)
Estaban electricados Estaban frotados Estaba ligero Eran de ule o de plastico	No estaban frotados No estaban electricados No estaban ligeros

Dibuja lo que podría estar sucediendo en los globos que sí se pegaron a la pared (Virginia)



Dibuja lo que podría estar sucediendo en los globos que no se pegaron a la pared (Inés)



CUESTIONARIO
FENOMENOS ELECTROSTATICOS

Nombre del alumno(a): Jordá Bautista Alejandra

Grado y Grupo: 2º Aº

Fecha: 16/04/08

1. Cuando frotas un globo inflado en tu cabello, este logra ser atraído por la pared. Este es un fenómeno electrostático, escribe otros ejemplos en donde hayas observado fenómenos electrostáticos.

Cuando se talla el casquillo de la pluma con el pelo atrae pedacitos de papel.

Cuando frotamos nuestras brazos con el cuerpo y tocamos a alguien de mas toques.

si frotamos dos globos con nuestro cabello y los intentamos unir se repelen

b) No lo sé.

2. De acuerdo al ejemplo de frotar un globo inflado con tu cabello y que logra ser atraído por la pared, explica por qué ocurre este fenómeno (subraya la opción que mejor explique éste fenómeno):

a) El frotamiento hace que el fluido eléctrico contenido en el globo salga de éste creando un campo eléctrico a su alrededor.

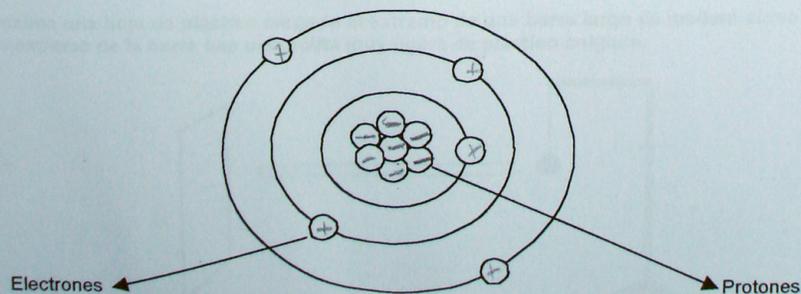
b) Debido al frotamiento hay un intercambio de cargas entre el ^{globo} bolígrafo y el cabello, quedando ambos cargados pero con signo contrario.

c) El frotamiento hace que aparezcan cargas en el bolígrafo donde antes no había.

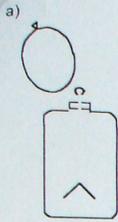
d) Otra explicación: Al cargarse ambas con distintas cargas se atraen pues como da explicar las leyes de la física, polos opuestos se atraen, y como el globo ^{positivo} adquirió una carga negativa la pared tiene

e) No lo sé

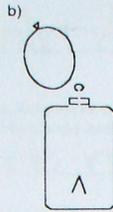
3. Señala en el siguiente esquema, qué cargas eléctricas tienen los protones y los electrones de un átomo. Escribe dentro de los círculos un signo "mas" (+) si tienen cargas positivas o con un signo "menos" (-) si tienen cargas negativas.



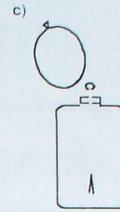
Después de haber sido frotado un globo y lo acercamos al electroscopio, ¿Cuál de las tres posibilidades sucederá?



Las laminillas se separan



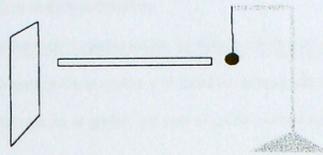
No pasa nada



Las laminillas se juntan

Explica tu respuesta: se separa porque tienen las mismas cargas

5. Se aproxima una hoja de plástico cargada al extremo de una barra de vidrio como se ve en la figura. En el otro extremo de la barra hay una bolita muy ligera de plástico colgada.



Explica si será o no atraída la bolita y por qué.

a) Si

b) No

¿Por qué? se traspassa electricidad por el tubo de vidrio

c) No lo sé

5. ¿Por qué se originan los relámpagos?

a) Por la lluvia

b) Por la acumulación de cargas eléctricas negativas en la base de las nubes

c) Por la acumulación de cargas eléctricas en un pararrayos

d) Otra explicación: _____

e) No lo sé

6. La función que tiene un pararrayos es la de:

a) conducir al rayo hacia la tierra

b) detener un rayo

c) atraer a los rayos

d) Otra explicación: lo mismo

e) No lo sé

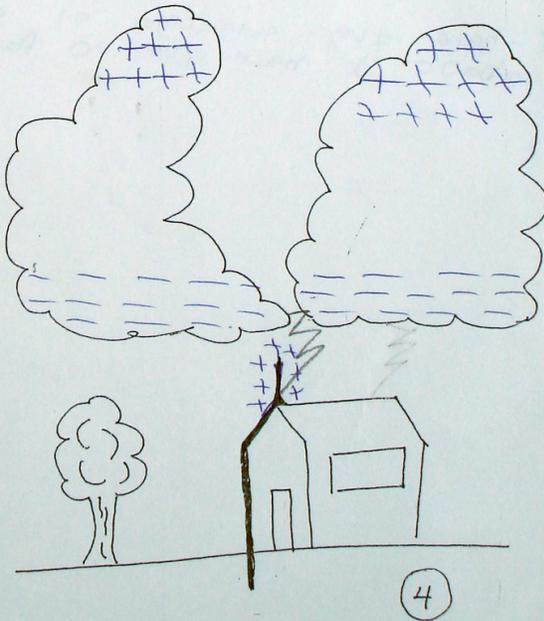
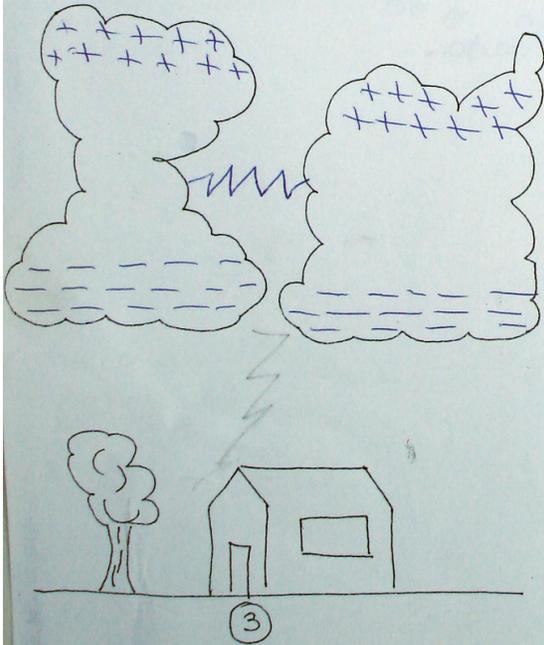
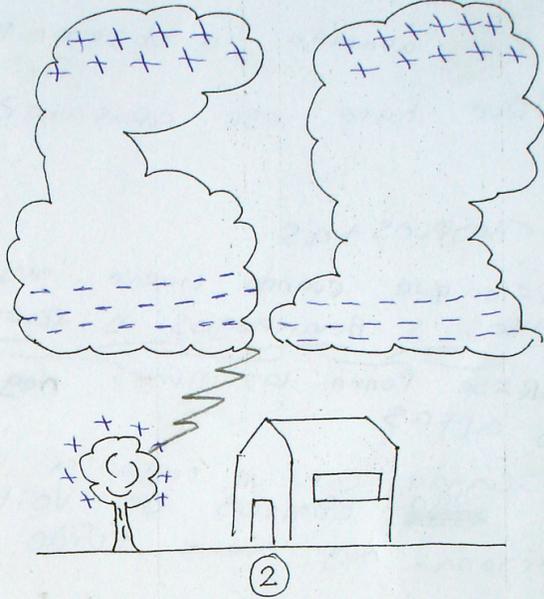
Nombre: Ruiz Medina Barbara Griselle Fecha: 18-Abril-08.
 Grado y Grupo: 2^oA

Completa el siguiente cuadro con las observaciones que realizaron los diferentes equipos.

	Experimento Globo - Pared *	Experimento Tira de plástico - Tubo PVC	Experimento Acetato - Acetato
¿Cuál objeto fue frotado?	globo	Los dos	Los dos
Al acercar ambos objetos, ¿Qué sucedió?	Se atraen	Se separan	Se separan
¿A qué se debe que se comporten así?	Tienen cargas diferentes Solamente el globo fue frotado	Los dos tienen mismas cargas x que se frotaron los dos.	Los dos tienen mismas cargas los dos se frotaron
¿Cómo le llamarías a éste fenómeno?	Atracción	Repulsión	Repulsión

Nombre: Ruiz Medina Barbara Giselle
Grado y Grupo: 2^{da} A

Fecha: 22-Abril-08.



Nombre: Carrilla Sanchez Crestabel Alejandra Fecha: 18 04 08
Grado y Grupo: 2 2 A

Lee con atención y responde a las preguntas:

1. Virginia prepara una fiesta sorpresa en su salón. Pero olvidó su diurex para pegar globos en la pared, tampoco tiene hilo y nadie quiere prestarle porque no traen esos materiales.

a) ¿Podrá pegar los globos a la pared, sin utilizar algún material que olvidó? sí

b) Si contestaste que sí, Explica cómo podría hacerlo. electrificando los globos

2. Poco después llegó su amiga Inés y vio que Virginia estaba colocando globos en la pared y observó que con sólo colocarlos en la pared se pegaban y sin utilizar material alguno. Ella quiso ayudarle pero se dio cuenta que no se pegaban en la pared.

a) ¿Qué diferencia hubo entre los globos de Virginia que sí se pegaban y los de Inés que no lograba que se pegaran a la pared? que no los había electrificados